

8. NACHWUCHS-WISSENSCHAFTLER-KONFERENZ

Fachhochschule Jena

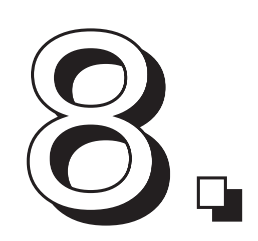
25./26. Januar 2007



- Tagungsband -







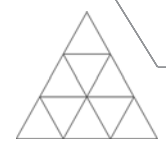
NACHWUCHS-WISSENSCHAFTLER-KONFERENZ

Fachhochschule Jena
25./26. Januar 2007

- Tagungsband -

Wissenschaftlicher NACHWUCHS





Impressum

8. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz mitteldeutscher Fachhochschulen an der Fachhochschule Jena am 25./26. Januar 2007

Herausgeber: Rektorin der Fachhochschule Jena
Prof. Dr. Gabriele Beibst

Redaktion und Layout: ServiceZentrum Forschung und Transfer
Dr. Dirk Schlegel
Evelyn Jahn
☎ (03641) 205 125
🖷 (03641) 205 126
E-Mail: transfer@fh-jena.de

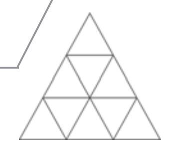
ISBN: 3-932886-15-1

Titelblatt: ServiceZentrum Forschung und Transfer
Fotos: Frank Müller, Jena; Sigrid Neef, FH Jena

Druck: Druckservice Albrecht Schirmer, Lichtenstein

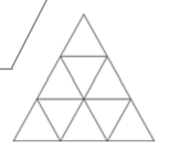
Redaktionsschluss: 27.11.2006

Schutzgebühr: 10,00 €

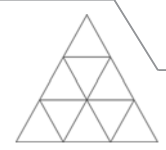


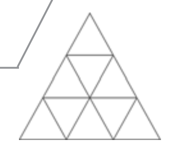
8. NACHWUCHS-WISSENSCHAFTLER-KONFERENZ

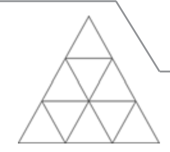
- **Elektrotechnik / Automatisierungstechnik**
- **Laser- und Optotechnologien / Feinwerktechnik / Materialwissenschaften**
- **Biotechnologie / Umweltwissenschaften**
- **Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften**
- **Kultur- und Sozialwissenschaften**
- **Angewandte Naturwissenschaften**
- **Posterbeiträge**

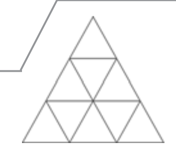


Inhaltsverzeichnis









Vorwort

Die Veranstaltungsreihe der Nachwuchswissenschaftler-Konferenz hat in den vergangenen Jahren eine beeindruckende Entwicklung genommen: Ursprünglich eine Initiative einiger Fachhochschulen Sachsen-Anhalts, sind diese Tagungen mittlerweile ein Forum geworden, auf dem junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler - Doktoranden, wissenschaftliche MitarbeiterInnen und Studierende - aus dem gesamten mitteldeutschen Raum ihre aktuellen Ergebnisse der angewandten Forschung und Entwicklung vorstellen und diskutieren.
Die 8. Nachwuchswissenschaftler-Konferenz findet im Januar 2007 erstmalig in Thüringen statt. Wir freuen uns, dass die Fachhochschule Jena diese besondere Gastgeber-Rolle übernehmen darf.

Von den eingereichten Beiträgen werden insgesamt 67 Beiträge auf dieser Tagung präsentiert. Das Programm-Komitee, unterstützt von insgesamt 16 Fachgutachtern, hatte die nicht einfache Aufgabe, aus der großen Zahl hervorragender Beiträge diejenigen auszuwählen, die als Vorträge im Rahmen der Konferenz präsentiert werden sollen. Der zur Verfügung stehende Zeitrahmen der Konferenz setzte hier enge Grenzen. Zusätzlich werden mehr als 30 wissenschaftlich hochwertige und interessante Beiträge in Form von Postern vorgestellt.
Die Autoren kommen in diesem Jahr von insgesamt 14 Fachhochschulen aus Sachsen-Anhalt, Sachsen, Brandenburg, Thüringen und erstmalig auch aus Mecklenburg-Vorpommern. Das Spektrum der Themen reicht von verschiedenen Feldern der Ingenieur- und Naturwissenschaften, Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften bis hin zu den Kultur- und Sozialwissenschaften.

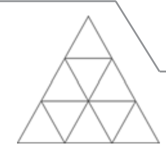
Dieser Tagungsband gibt mit den Kurzfassungen aller Vorträge und Poster nicht nur einen Überblick über die aktuellen Forschungsergebnisse der Autorinnen und Autoren, sondern auch einen zwar unvollständigen aber in Teilgebieten durchaus repräsentativen Einblick in die beeindruckende Leistungsfähigkeit der angewandten Forschung und Entwicklung an mitteldeutschen Fachhochschulen.
Es bleibt zu hoffen, dass die 8. Nachwuchswissenschaftler-Konferenz 2007 in Jena ein Forum bietet, auf dem die aktiven Forscherinnen und Forscher nicht nur ihre Ergebnisse vorstellen und diskutieren, sondern auch neue Kooperationen anbahnen und Projektideen entwickeln, in denen die Kompetenzen hochschul- und länderübergreifend gebündelt werden können.
Nicht zuletzt wünschen wir uns, dass dieser Tagungsband über den Teilnehmerkreis hinaus Impulse für Unternehmen, Institutionen und andere Praxiseinrichtungen gibt, das Potenzial der angewandten Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen noch intensiver im gemeinsamen Interesse zu nutzen.

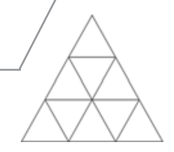
Jena, im Januar 2007

Prof. Dr. Michael Meyer

Tagungsleiter der 8. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz

Fachhochschule Jena





Organisation

- Konferenzleitung:

  Prof. Dr. Michael Meyer

- Programmkomitee:

  Prof. Dr.-Ing. Jens Bliedtner, FH Jena
  Prof. Dr.-Ing. Peter Dittrich, FH Jena
  Prof. Dr. Ulrich Fischer-Hirchert, HS Harz
  Prof. Dr.-Ing. Jörg Kirbs, HS Merseburg
  Prof. Dr. Ulrich Lakemann, FH Jena
  Prof. Dr. Rudolf Lückmann, HS Anhalt
  Prof. Dr.-Ing. Karl-Dietrich Morgeneier, FH Jena
  Prof. Dr.-Ing. Heribert Münch, HS Magdeburg-Stendal

- Organisationskomitee:

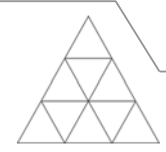
  Prof. Dr. Michael Meyer
  Dr. Dirk Schlegel
  Evelyn Jahn

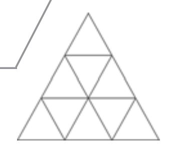
- Tagungsort:

  Fachhochschule Jena, Haus 5

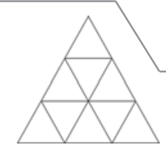


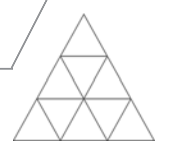
Foto: Sebastian Reuter, Jena





Elektrotechnik / Automatisierungstechnik





G. Bausch

Erfassung und Verarbeitung neuronaler Aktionspotenziale unter Echtzeitbedingungen

Gerold Bausch, Tel.: (0341) 3076 1136, Fax: (0341) 3076 1220, E-Mail: bausch@ftz-leipzig.de, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK), Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, Wächterstraße 13, 04107 Leipzig

Abstract

Zur Untersuchung neuronaler Aktivitäten wurde an der Universität Rostock gemeinsam mit verschiedenen Partnern ein Cell Monitoring System (CMS®) entwickelt, welches die zerstörungsfreie Ableitung elektrophysiologischer Signale bestimmter Zellkulturen ermöglicht. Ein siliziumbasierter Neurochip mit integriertem Multielektrodenarray (MEA) und analoger Signalaufbereitung bildet den Mittelpunkt des Systems. Eine Konditionierung der Sensorsignale ist aufgrund der extrazellulären Erfassung der Daten notwendig. Diese Aufbereitung erfolgt mit im Sensor integrierter Elektronik sowie mittels externer Hardware (FPGA, DSP). In diesem Artikel werden die aktuellen Fortschritte in der Erkennung und Signalklassifizierung vorgestellt.

1. Einleitung

Die Entwicklung neuer Wirkstoffe im Pharmabereich ist trotz einer Verdopplung von Forschungsausgaben rückläufig. Die Ursachen hierfür liegen in den sehr hohen Anforderungen und Standards, die bei der Erprobung neuer Medikamente vorgeschrieben sind. Die Entwicklungszeit beträgt durchschnittlich 10 bis 12 Jahre und veranschlagt Entwicklungskosten von 800 Mio. US$. Die Hälfte aller Kosten entfallen dabei alleine auf die zweite Entwicklungsphase, in denen eine Substanz in umfangreichen und mehrstufigen klinischen Studien auf die Wirksamkeit und auf mögliche Nebenwirkungen untersucht wird. Bisher gibt es keine zuverlässigen Technologien, unbekannte Substanzen bereits in einer sehr frühen Entwicklungsphase auf ihre Wirksamkeit zu testen und beispielsweise toxisch wirkende Substanzen schnellstmöglich aus der laufenden Forschung zu entfernen. Da die bisher verwendeten biologischen Modelle nicht die Komplexität der Natur abbilden können, müssen Substanzwirkungen weiterhin an lebenden Organismen getestet werden. Die hier vorgestellte MEA-Technologie besitzt aber das Potential, den Umfang der benötigten Tierversuche deutlich zu reduzieren. Zu diesem Zweck wurde an der Universität Rostock unter Verwendung eines eigens ent-

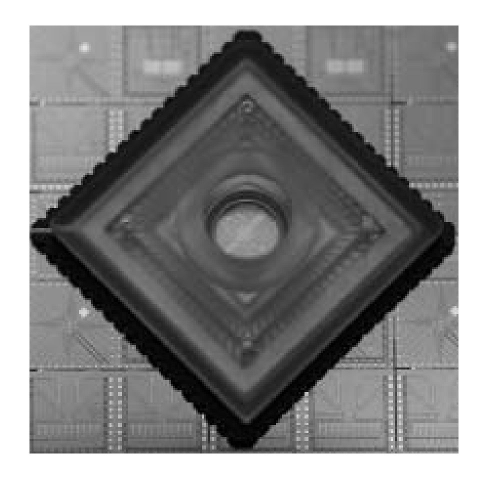


Abbildung 1: Neurochip

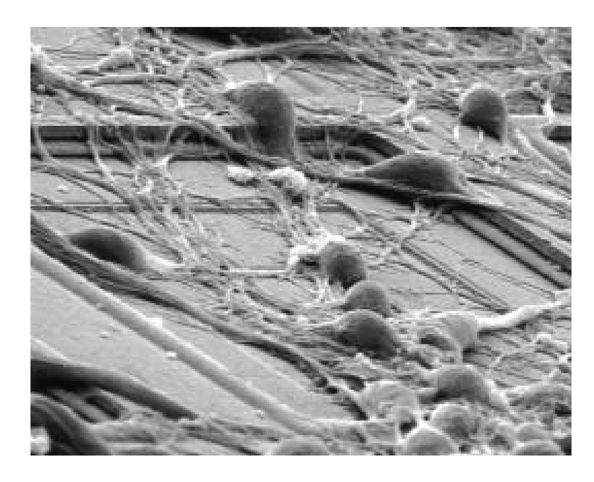


Abbildung 2: Neuronale Zellen auf Sensoroberfläche

wickelten Neuro-Chips (Abbildung 1) ein System zur Überwachung lebender Zellen (Cell Monitoring System®) entwickelt. Mit diesem System können neben unterschiedlichen metabolischen Parametern auch die elektrische Aktivität eines kultivierten, neuronalen Netzwerkes über 64 Elektroden und weiteren Sensoren (Abbildung 2) erfasst werden. Die Auswertung dieser Parameter ermöglicht Rückschlüsse auf das Verhalten dieser Netzwerke bezüglich unterschiedlicher Stimuli. Somit ergeben sich neben der Grundlagenforschung auch Anwendungen zur Detektion von unbekannten Substanzen. Die hohe Anzahl an Sensoren benötigt für die Auswertung ein weitestgehend autonomes System mit geeigneten Algorithmen zur Signalerfassung und –analyse.

2. Neuronale Signale

Aktionspotenziale bilden die Grundlage der Kommunikation innerhalb von lebenden neuronalen Nervenzellverbänden. Diese Potentiale werden von Ionenströmen durch die Zellmembran bei geeigneter Stimulation verursacht. Diese Signale können intra- und extrazellulär als Spannungsspitzen mit einer Dauer von ca. einer Millisekunde gemessen werden. Die Information wird dabei mittels Frequenz und Länge einer Folge von Aktionspotentialen kodiert. Die Form der einzelnen Aktionspotentiale bleibt jedoch relativ konstant. Innerhalb der Zelle betragen die Amplituden dieser Signale ca. 50 bis 70 mV. Aufgrund der extrazellulären Messung werden diese Signale deutlich gedämpft. Infolge der Signalauskopplung mittels Hochpass wird zudem die erste Ableitung des eigentlichen Messsignals erfasst. Eine analoge Signalaufbereitung ist vor der Digitalisierung und der nachfolgenden Weiterverarbeitung erforderlich.

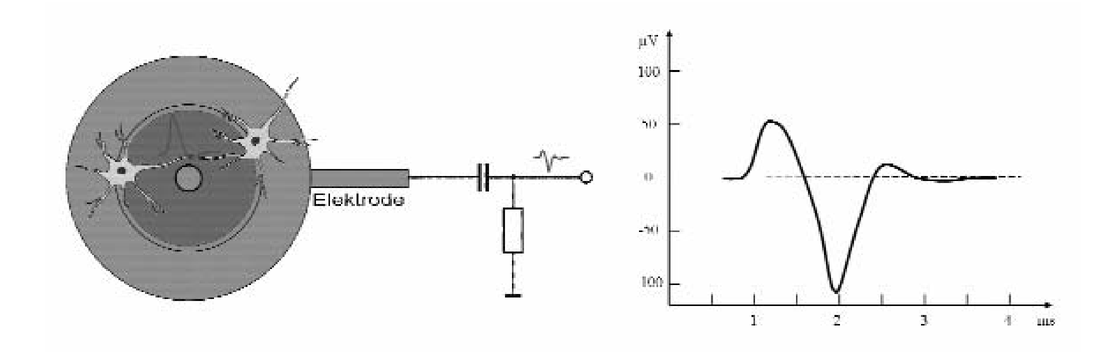
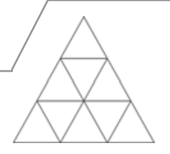


Abbildung 3: Ausbreitung eines Aktionspotenzials in einem Zellnetzwerk

3. Signalverarbeitung und Klassifikation neuronaler Signale

Während der Messung wird das Sensorsignal meist additiv mit Rauschen überlagert. Es kann sich dabei z.B. um korreliertes Rauschen benachbarter Neuronen oder um unkorreliertes Rauschen der Messelektronik handeln. Herkömmliche digitale Filtertechniken erzielen nur mit hohem Aufwand die gewünschte Rauschunterdrückung (FIR) bzw. sind aufgrund des nichtlinearen Phasenverlaufes (IIR) ungeeignet. Aus diesem Grund wird bei dieser Anwendung zur Filterung die Wavelettransformation eingesetzt. Dabei wird das Signal in unterschiedliche Frequenzbänder zerlegt, die ungewünschten Frequenzanteile durch Hard- und Soft-Thresholding gelöscht und anschliessend wieder zusammengefügt.



Zusätzlich dienen die entfernten Rauschinformationen zur Berechnung einer adaptiven Detektionsschwelle, die zur automatischen Extraktion von Aktionspotenzialen aus dem Signalverlauf verwendet werden. Aufgrund der Lage von MEA und Netzwerk können mehrere Neuronen auf eine Sensorelektrode einkoppeln. Mittels Merkmalsextraktion und anschließender Klassifizierung können die erfassten Aktionspotentiale wieder bestimmten Neuronen zugeordnet werden. Ziel dieser Unitseparation ist es, aus dem Signalgemisch die Anzahl der einkoppelnden Signalquellen zu extrahieren und jedes Aktionspotenzial eindeutig zuzuordnen (Abbildung 4). In diesem Zusammenhang können Verfahren wie Matched Filtering, Template Matching oder ICA zur Anwendung kommen. Neben der intuitiven Wahl von Klassifikationsmerkmalen wie z.B. Amplitude und Dauer der Kurvenverläufe können auch die Hauptkomponentenanalyse (PCA) bzw. die Wavelet-Transformation zur, Merkmalsextraktion genutzt werden. Aufgrund der gewünschten Online-Analyse und der autonomen Verarbeitung sind jedoch nicht alle Verfahren gleichermaßen geeignet, so dass eine Kombination aus verschiedenen Verfahren zum Einsatz kommt. Nach der Filterung und Extraktion der Signale werden dazu Signalkomponenten mit eindeutig unterscheidbaren Merkmalen extrahiert und zur Generierung von Templates genutzt. Wurde die genaue Anzahl der Templates ermittelt, können nachfolgende Signale durch einen einfachen Vergleich mit der Template-Datenbank klassifiziert werden. Unterschiedliche Metriken können zur Bestimmung des Abstandes Kurvenform-Template genutzt werden.

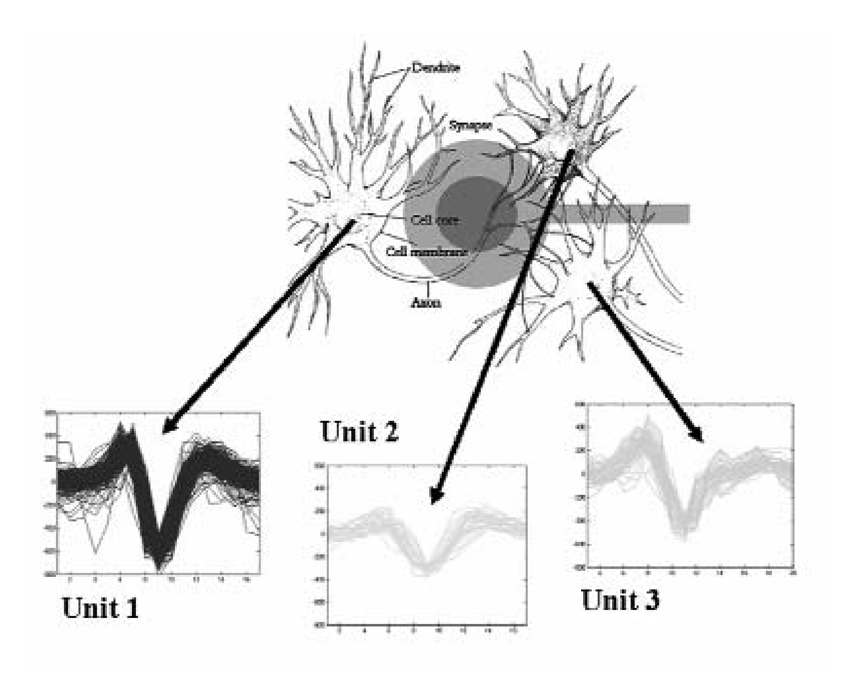
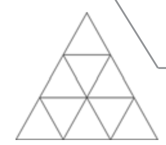


Abbildung 4: Separation des Signalgemischs in einzelne Units

Nach der Extraktion aller Aktionspotentiale und deren Zuordnung zu den vorhandenen Units werden die Signale mit einem Zeitstempel versehen und abgespeichert. Diese Daten stehen so zur weiteren Analyse zur Verfügung. Diese nachträgliche Auswertung ermöglicht auch eine Bewertung der angewendeten Klassifikationsverfahren.



4. Hardwareaufbau

In Abbildung 5 sind die wesentlichen Hardwarekomponenten zur analogen und digitalen Signalverarbeitung dargestellt. Auf dem Neurochip erfolgt eine erste Stufe der Signalaufbereitung inklusiver Verstärkung und Filterung. Der Neuromessadapter (NMA) realisiert unter anderem weitere Verstärkungsstufen, die Signalanpassung, Tiefpassfilterung und die Digitalisierung des Signals. Ein Xilinx Virtex-II FPGA übernimmt sowohl die Ansteuerung der analogen Komponenten als auch die Signalfilterung, Extraktion und Kommunikation mit einem PC via USB. Aufgrund der Parallelisierung von Arbeitsabläufen in einem FPGA ist die Filterung und Extraktion von Aktionspotenzialen von allen 64 Sensorsignalen gleichzeitig durchführbar. Dadurch steht neben der Übertragung des gesamten Datenstroms auch die Option zur Übertragung der reinen Aktionspotenziale zur Verfügung. Die dadurch frei werdenden Ressourcen des PCs können zusätzlich zur Visualisierung und Archivierung der Daten bzw. zur Klassifikation eingesetzt werden. Optional steht für weitere Berechnungen ein Fliesskomma-DSP (TMS320C6713) der Firma Texas Instruments zur Verfügung.

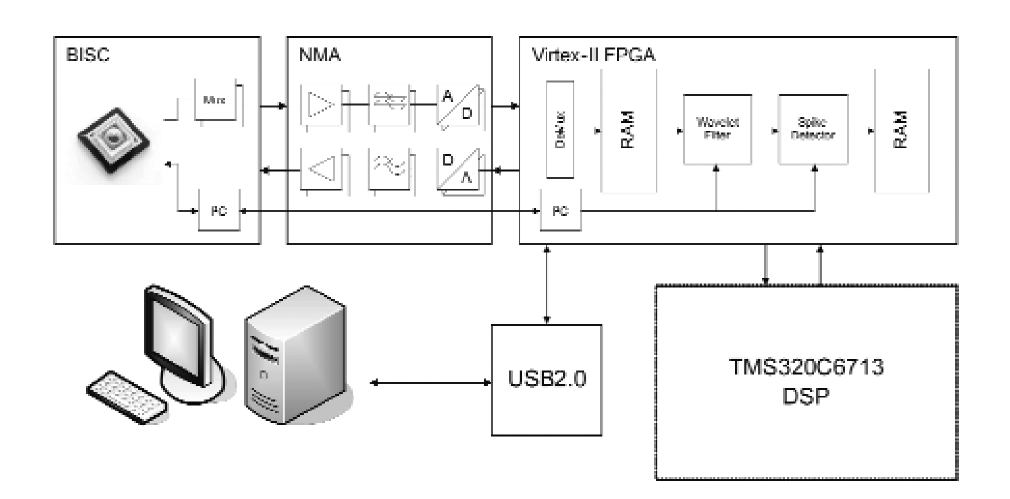
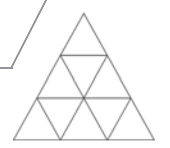


Abbildung 5: Hardwareaufbau bestehend aus Neurochip (BISC), Neuromessadapter (NMA) sowie FPGA und DSP.

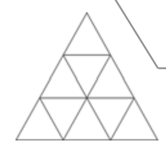
5. Zusammenfassung und Ausblick

Ziel dieses Projekts ist der Aufbau eines kompakten Geräts zur Messung von neuronalen Aktivitätszuständen. Das System kann in der Grundlagenforschung und z.B. in so genannten Screening-Prozessen bei der Entwicklung neuer Wirksubstanzen eingesetzt werden. Um die Effizienz der Auswertung zu erhöhen, müssen Arbeitsabläufe wie Erkennung von Spikes und deren Klassifizierung automatisiert werden. Dazu wurden erste Algorithmen zur Filterung und Extraktion auf einem FPGA implementiert. Für die automatische Klassifikation wurden verschiedene Algorithmen in Matlab realisiert und getestet. Erste Auswertungen haben ergeben, dass verschiedene Parameter weiterhin einen manuellen Eingriff erfordern, so dass hier weitere Untersuchungen notwendig sind.



6. Literaturverzeichnis

[1] Miller, Franz: Schneller zum besseren Medikament. Fraunhofer Magazin, Ausgabe 3, Seiten 8-12, 2004
[2] Baumann, Werner et al.: Zell-Monitoring-System mit multiparametrischen CMOS Biosensorchips, Proceedings 7. Dresdner Sensor-Symposium, 2005, 95-98.
[3] Krause, Guido et al.: Measurement of electrical activity of long-term mammalian neuronal networks on semiconductor neurosensor chips and comparison with conventional microelectrode arrays. Biosensors and Bioelectronics 21 (2006), Ausgabe 7, 1272-1282
[4] Schrott, René et al.: Hard- und Software Concept for Real-Time and Embedded Action Potential Analysis. Proceedings Embedded World Conference, Nürnberg, 2005. 327-332
[5] Lewicki, M. S.: A review of methods for spike sorting: the detection and classification of neural actions potentials. Computational Neural Systems 9, 1998



U. Fohry / K.-D. Morgeneier

Untersuchungen zum Einsatz evolutionärer Algorithmen zur Approximation nichtlinearer Übertragungsverhalten

Uwe Fohry, Tel.: (03641) 205712, Fax: (03641) 205701, E-Mail: uwe.fohry@fh-jena.de, Fachhochschule Jena, Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, Carl-Zeiss-Promenade 2, 07745 Jena

Abstract

Im Mittelpunkt der in diesem Beitrag vorgestellten Arbeit stehen evolutionäre Algorithmen (EA) als naturinspirierte heuristische Suchverfahren. Es werden Betrachtungen und experimentelle Untersuchungen hinsichtlich ihres Einsatzes zur Struktur- und Parametersuche in nichtlinearen Übertragungssystemen vorgenommen. Motiviert durch den Begriff der *Computational Intelligence* sowie auf eigene Erfahrungen stützend wird sich dabei auf die Anwendung der EA in Verbindung mit Fuzzy-Systemen und künstlichen neuronalen Netzen (KNN) konzentriert. Aufbauend auf den dabei erlangten Erkenntnissen sollen in künftiger Arbeit algorithmische Verbesserungen im Hinblick der praktischen Einsetzbarkeit dieser hybriden Methoden erzielt werden. Im Beitrag wird nach einer kurzen Erläuterung wichtiger Merkmale evolutionärer Algorithmen ihre Anwendbarkeit in lernenden Systemen betrachtet. Als Beispiele werden die Evolution von künstlichen neuronalen Netzen sowie die evolutionäre Suche der Regelbasis eines relationalen Fuzzy-Systems vorgestellt.

1 Grundlegendes zu evolutionären Algorithmen

Automatisierungslösungen erfordern zunehmend die Modellierung, Steuerung und Regelung von komplexen nichtlinearen Systemen. Dabei kommen Entwurfswerkzeuge zum Einsatz, die sich durch Robustheit und Lernfähigkeit auszeichnen. Unkonventionelle Methoden der maschinellen Intelligenz orientieren sich dabei an natürlichen Vorbildern. Durch das Vorhandensein und der Weiterentwicklung leistungsfähiger Rechentechnik stößt die Simulation dieser natürlichen Prinzipien zunehmend auf praktische Anwendbarkeit. Evolutionäre Algorithmen bezeichnen eine Zusammenfassung algorithmischer Verfahren, deren Vorgehensweise an das Evolutionsprinzip der Natur angelehnt ist. Eine Menge aus Lösungsvorschlägen eines Optimierungsproblems wird als eine Population von Individuen betrachtet. Ein iterativer Prozess der Variation und Selektion von Individuen führt im Laufe von Generationen zur Anpassung einer Population an ihre Umgebung, d.h. zur immer besseren Lösung des durch die Umgebung charakterisierten Optimierungsproblems. In Abbildung 1 ist das allgemeine Funktionsprinzip der EA dargestellt. Hinsichtlich der Operatoren in den einzelnen Blöcken gibt es zahlreiche Varianten der EA. Für eine genauere Beschreibung wird auf die Fachliteratur verwiesen, z.B. [1]. In Voruntersuchungen im Rahmen der eigenen Arbeit werden EA bei der Parameteroptimierung auf mehrdimensionalen Testfunktionen erprobt. Aus der Kenntnis der Algorithmen und den Ergebnissen der experimentellen Untersuchungen können zusammenfassend folgende Merkmale dargelegt werden: EA stellen heuristische, parallel organisierte, globale Suchverfahren mit stochastischen Komponenten dar. Zur Bildung neuer Lösungsvorschläge werden keine Ableitungen der zu minimierenden bzw. zu maximierenden Zielfunktion benötigt. Als Vorteil ergibt sich daraus ihre universelle Einsetzbarkeit ohne spezielle Anforderungen an die Zielfunktion hinsichtlich vollständiger Bestimmtheit, Stetigkeit und Differenzierbarkeit. Durch geeignete Strategien kann einer vorzeitigen Konvergenz des Algorithmus in einem Suboptimum entgegengewirkt werden, so dass ihr

vorteilhafter Einsatz auf multimodalen Zielfunktionen erfolgt. Die Berücksichtigung von Restriktionen kann auf verschiedenen Wegen in relativ einfacher Weise ermöglicht werden. Nachteilig erweist sich ihr relativ großer Bedarf an Zielfunktionswertermittlungen, welcher sich besonders in der Nähe lokaler Optima zeigt.

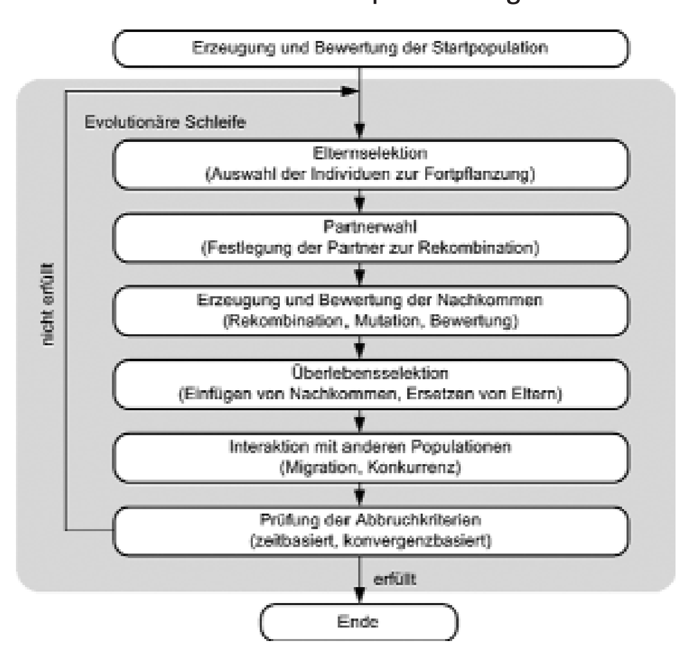


Abbildung 1: Allgemeiner Ablauf evolutionärer Algorithmen

Auf Grund ihrer Merkmale ergibt sich ein breiter Einsatzbereich der EA. Beispiele sowohl technischer als auch nicht technischer Anwendungen sind in zahlreichen Veröffentlichungen dargelegt. Systematische Zusammenfassungen dazu befinden sich in [2] und [3].

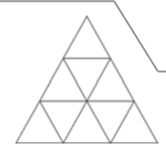
2 Zur Anwendung evolutionärer Algorithmen in lernenden Systemen

Für automatisierungstechnische Aufgaben können EA zur Optimierung von Systemen bezüglich ihrer Struktur und Parameter angewendet werden, um das Erlernen bestimmter Übertragungsverhalten zu bewirken. Dabei ist maßgebend, welche zur Verfügung stehenden Informationen beim Lernen verarbeitet werden. Handelt es sich um überwachtes Lernen, sind gewünschte Ausgaben des lernenden Systems beispielhaft durch Trainingstupel der Form $(\underline{X}_p^T, \underline{Y}_p^T)$ bekannt. Dabei ist p der Index des Trainingstupels, $\underline{X}_p$ der zum Training benutzte Eingangsvektor und $\underline{Y}_p$ der zugehörige Ausgangsvektor. Der geschätzte Ausgang des Systems ist in Abhängigkeit von dessen Parametern W gegeben mit

$$\underline{\hat{Y}}_p = f(\underline{X}_p, \underline{W}) \quad (1)$$

Der Lernfehler des Trainingstupels Ep kann demnach aus der Abweichung von Ziel- und Schätzausgang ermittelt werden, üblicherweise mit

$$E_p = \frac{1}{2}\left(\underline{\hat{Y}}_p - \underline{Y}_p\right)^2 \quad . \quad (2)$$



Aus (1) und (2) ist die zu minimierende Fehlerfunktion $E_p(\underline{W})$ vollständig bestimmt. Unter der Voraussetzung ihrer stetigen Differenzierbarkeit können zur Parameteroptimierung Verfahren angewendet werden, die Ableitungen der Fehlerfunktion in analytischer Form nutzen. Diese gradientenbasierten Verfahren weisen im Vergleich zu evolutionären Suchverfahren eine wesentlich schnellere Konvergenz in ein lokales Minimum der Fehlerfläche auf, da eine gerichtete Änderung der Parameter erfolgt. Bleibt der zur Berechnung des Gradienten bzw. der inversen Hesse-Matrix notwendige Aufwand in akzeptablen Grenzen, sind für die Parameteroptimierung in überwacht lernenden Systemen gradientenbasierte Verfahren zu verwenden. Der Einfluss der Parameter auf das Verhalten des Systems ist natürlich unmittelbar an dessen Struktur gebunden. Da in der Regel kein mathematischer Zusammenhang zwischen Systemfehler und Systemstruktur gegeben ist, geschieht die Festlegung der Struktur auf der Grundlage von A-priori-Wissen durch den Anwender, häufig verbunden mit zielgerichtetem Probieren. Aus diesem Grund sind EA zur Struktursuche geeignet. In Verbindung mit einem untergeordneten gradientenbasierten Parameter-Lernverfahren liegt ein zweistufiger Lernprozess vor.

Andere Lernaufgaben sind dadurch charakterisiert, dass Zielausgaben des lernenden Systems nicht bekannt sind wohl aber das gewünschte Verhalten des Gesamtsystems bzw. ein gewünschtes Ergebnis, welches vom lernenden System erreicht werden soll. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, eine Bewertung des lernenden Systems vorzunehmen; man spricht hier vom bestärkenden Lernen. Auf der Grundlage dieser Informationen kann keine Fehler-Rückpropagierung auf die einzelnen Parameter erfolgen, da der mathematische Zusammenhang zwischen Gütewert und Systemparameter nicht gegeben ist. Verfahren, die bei der Parametersuche nach dem "*trial & error*"-Prinzip vorgehen, worunter die EA zählen, sind für solche Lernaufgaben prädestiniert. Ein typisches Anwendungsbeispiel bestärkenden Lernens stellt die Evolution von Steuerungen autonomer Agenten dar. Dabei erlernt der Agent ein gewünschtes Verhalten durch Interaktionen mit seiner Umgebung auf der Grundlage seines Erfolges bzw. Misserfolges. Da sich der Erfolg als Ergebnis einer ganzen Aktionskette ergibt, ist in der Regel nicht bekannt, welche Aktion wie zum Erfolg beigetragen hat; es liegt das so genannte *credit assignment problem* vor.

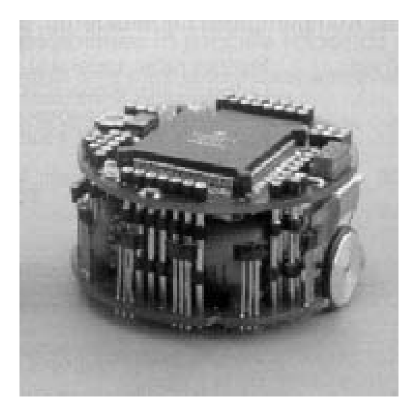
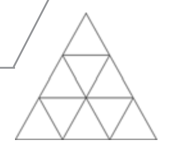


Abbildung 2: KHEPERA®

Die Erprobung der evolutionär lernenden Systeme geschieht in dieser Arbeit im ersten Schritt bei der Approximation bekannter Testfunktionen. Für eine laborpraktische Anwendung im zweiten Schritt dient der mobile Kleinstroboter KHEPERA® (Abbildung 2). Die dabei in Kombination mit EA betrachteten Systeme sind Fuzzy-Systeme und künstliche neuronale Netze. Bezüglich der Wirkungsweise dieser Systeme wird auf die Fachliteratur verwiesen. Die drei Wissenschaftsbereiche EA, KNN und Fuzzy-Systeme sind unter dem Begriff *Computational Intelligence* zusammengefasst [4]. In den folgenden Kapiteln werden zwei Beispiele dieser Möglichkeiten vorgestellt.



3 Evolutionäre Regelbasis-Suche in einem relationalen Fuzzy-System

Evolutionäre Suchalgorithmen in Fuzzy-Systemen beziehen sich im Wesentlichen auf Regelbasis und Zugehörigkeitsfunktionen. Für die Vornahme der Codierung gibt es in der Literatur eine Reihe von Ansätzen z.B. [5]. Im folgenden Beispiel erfolgt die Codierung der Regelbasis eines Fuzzy-Systems vom Typ *Mamdani* nach dem Pittsburgh-Ansatz. Dabei wird von einer vorhandenen Fuzzifizierung der Ein- und Ausgangsvariablen ausgegangen und diese während des Suchlaufs nicht verändert. Der EA sucht geeignete Konklusionsterme einer vollständigen Regelbasis. Für den in Abbildung 3 dargestellten Suchlauf wird zur Bewertung der Suchergebnisse die zweidimensionale Spaltfunktion herangezogen. Die Fuzzifizierung der Eingangsvariablen erfolgt mit 7 äquidistant angeordneten symmetrischen Dreieckstermen, für den Ausgang stehen 7 Singletons zur Verfügung. Wird die Kenntnis des globalen Maximums und der Symmetrieeigenschaften der Funktion als A-priori-Wissen angenommen, bezieht sich die Suche auf 24 Regeln zu je 7 Möglichkeiten, so dass sich der Suchraum aus ca. $2*10^{20}$ verschiedenen Regelbasen ergibt. Im Beispiel werden 100 Individuen verwendet.

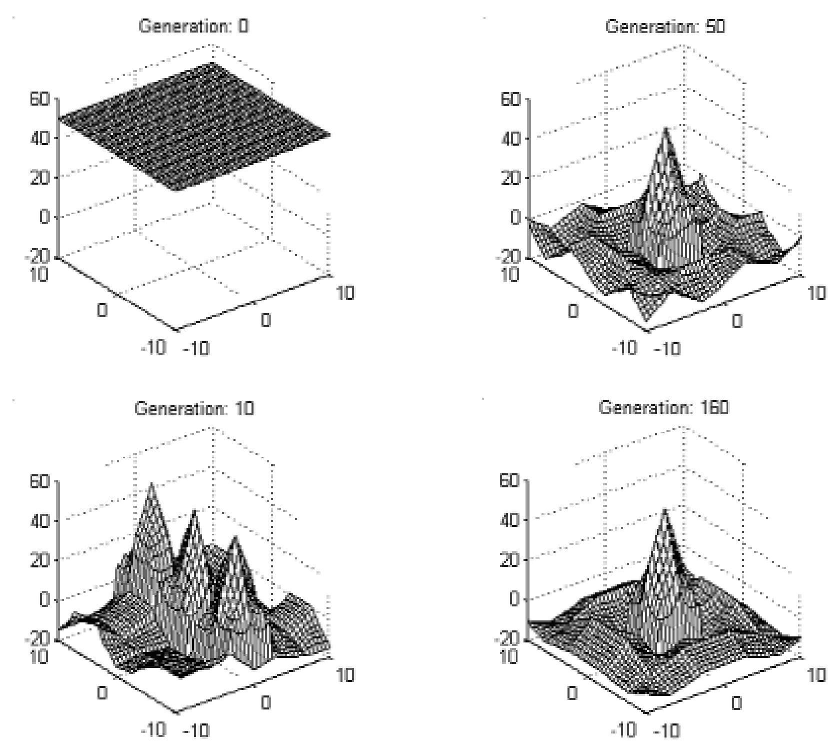
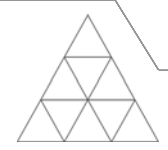


Abbildung 3: Beispiel einer Regelbasis-Suche mittels EA

Eine weitere Annäherung an das gewünschte Verhalten kann nur in Verbindung mit einer Optimierung der Fuzzifizierung erreicht werden. Das Beispiel zeigt die deutliche Überlegenheit evolutionärer Algorithmen gegenüber enumerativer Verfahren bzw. Verfahren reiner Zufallssuche. Es verdeutlicht aber auch, dass aufgrund des sehr großen Suchraums, eine ungerichtete Suche zwangsläufig einen langwierigen Prozess darstellt. Liegen vollständige Trainingsdaten vor, können effizientere Verfahren zur Regelbasisgenerierung z.B. [6] eingebunden werden. Eine Benchmarkaufgabe zur Verhaltensevolution mobiler Roboter ist die Umgebungsexploration unter Vermeidung von



Kollisionen. Dabei wird dem Roboter die Aufgabe gestellt: "Fahre in einer vorgegebenen Zeit so weit wie möglich geradeaus ohne mit Hindernissen zu kollidieren." Eine Möglichkeit, dieses Lernziel in eine Gütefunktion zu implementieren, ist beispielsweise nach [7] durch

$$Q = \sum_{k=0}^{N} \left(\left(v_L(k) + v_R(k) \right) - \left| v_L(k) - v_R(k) \right| \right) \qquad (3)$$

möglich. Dabei stellen $v_L(k)$, $v_R(k)$ die aktuellen Geschwindigkeiten des linken und rechten Fahrmotors dar. Im Fall einer Kollision wird die Summation der Gütewerte abgebrochen. Bei der Erprobung dieser Lernaufgabe am Kleinstroboter KHEPERA® werden bereits durch 8 Regeln zu je 9 Konklusionsmöglichkeiten akzeptable Ergebnisse erzielt. Im Vortrag erfolgt eine Demonstration von End- und Zwischenergebnissen des Lernprozesses am KHEPERA®-Simulator. Ein wichtiger Vorteil der Evolution von Fuzzy-Systemen ergibt sich aus der Transparenz der Fuzzy-Systeme, durch die eine Implementierung von Erfahrungswissen und günstigen Lösungen sowie eine Interpretation des Lernergebnisses ermöglicht wird. Nachteilig ist die relativ große Anzahl zu optimierender Parameter, welche exponentiell von der Anzahl der Systemeingänge abhängt.

4 Evolution von künstlichen neuronalen Netzen beliebiger Topologie

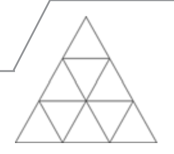
Die nachfolgend betrachtete Anwendung bezieht sich auf die gleichzeitige Suche von Struktur und Parameter künstlicher neuronaler Netze. Dabei geschieht diese Suche ausschließlich auf evolutionärem Wege ohne Verwendung von speziellen Lernalgorithmen und ist deshalb nicht an eine bestimmte Netzarchitektur gebunden. Direkte und indirekte Rückkopplungen zwischen Neuronen sind zugelassen; d.h. im Ergebnis entstehen rekurrente Netzarchitekturen. Aufgrund dieser inhärenten Rückkopplungen können diese Netze bereits bei kleiner Topologie ein komplexes dynamisches Verhalten aufweisen. Zur Codierung wird eine quadratische Gewichtsmatrix $\underline{W}$ verwendet, deren Größe einer vom Anwender vorgegebenen maximalen Neuronenzahl entspricht. Bei Ausführung des Netzes werden mithilfe der Gewichtsmatrix $\underline{W}$ die Aktivierungen $\underline{A}(k+1)$ in jedem Zeitschritt k für alle Neuronen gleichzeitig berechnet mit

$$\underline{A}(k+1) = \underline{F}\left(\underline{W} \cdot \underline{A}(k) + \underline{I}(k)\right). \qquad (4)$$

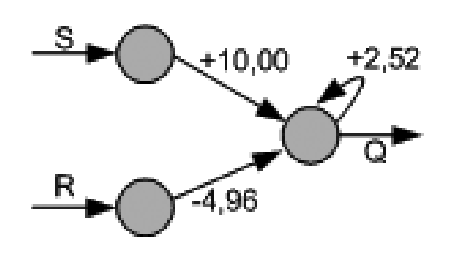
Dabei beinhaltet der Vektor $\underline{I}(k)$ die Netzeingaben zum Zeitschritt k und $\underline{F}$ die Aktivierungsfunktionen der einzelnen Neuronen. Während des Trainings werden die Elemente von W durch den evolutionären Algorithmus angepasst. Zur Erprobung des Algorithmus dient im nachfolgenden Beispiel das aus der Elektronik bekannte Verhalten eines setzdominanten RS-Flip-Flops. Die Ermittlung des Netzfehlers E basiert auf dem Vergleich zwischen Netzausgabe $Q(k)_{ist}$ und Zielausgabe $Q(k)_{soll}$ während der Beaufschlagung des Netzes mit einem Testsignal über N Zeitschritte nach

$$E = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N} \left(Q(k)_{ist} - Q(k)_{soll} \right)^2 . \qquad (5)$$

Bei Vorgabe von 3 Neuronen und den Ausschluss von direkten Rückkopplungen der Eingangsneuronen konnte in einer Reihe von Versuchen innerhalb von 1000 Bewertun-



gen ein zuverlässiges Abbilden des Flip-Flop-Verhaltens erzielt werden. Abbildung 4a zeigt das Ergebnisnetz.



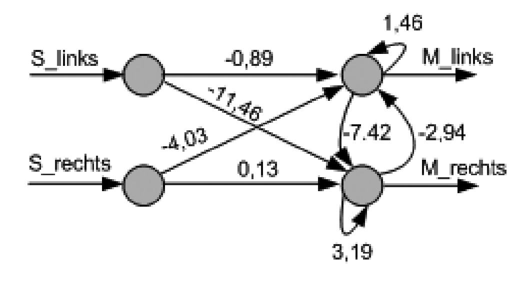


Abbildung 4: Ergebnisnetze
a) für ein setzdominantes RS-Flip-Flop
b) für Kollisionsvermeidung mit KHEPERA®

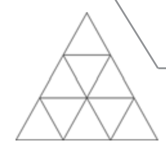
Ein Ergebnisnetz der im Abschnitt 3 für den Kleinstroboter KHEPERA® beschriebenen Lernaufgabe zeigt Abbildung 4b [7].
Dem Vorteil der wenigen Parameter steht bei kleinen rekurrenten Netzen der Nachteil der schweren Analysier- und Konstruierbarkeit gegenüber. Bestehende Lösungen können deshalb in der Regel nicht im evolutionären Suchprozess berücksichtigt werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund der ungerichteten Suche benötigen evolutionäre Suchverfahren weniger Eingangsinformationen bezüglich der Zielfunktion. Als Vorteil ergibt sich ihre Einsetzbarkeit bei Optimierungsproblemen, wo die Voraussetzungen für den Einsatz numerischer Verfahren nicht erfüllt sind. Aus gleichem Grund ergibt sich der Nachteil, dass sie dabei relativ viele Güteermittlungen benötigen. In Verbindung mit KNN und Fuzzy-Systemen entstehen allgemein anwendbare Methoden zur Evolution bestimmter Systemverhalten. Dies kann bei Unkenntnis von Zielausgaben nach dem Prinzip des bestärkenden Lernens geschehen. Künftige Arbeiten beziehen sich auf Maßnahmen zur Verbesserung der Konvergenz der evolutionären Suche durch Einbeziehung lokaler Such- und Optimierungsverfahren. In diesem Zusammenhang werden die während des Suchprozesses akquirierten Informationen für regionale Approximationen der Suchlandschaft genutzt. Durch geeignete Steuerung der Hybridisierung soll die allgemeine Anwendbarkeit in Fuzzy- und Neurofuzzy-Systemen sowie KNN ermöglicht werden.

Literatur

[1] H. Pohlheim: "Evolutionäre Algorithmen Verfahren, Operatoren und Hinweise für die Praxis", Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 2000
[2] S. Hafner: "Industrielle Anwendungen Evolutionärer Algorithmen", R. Oldenbourg Verlag München, 1998
[3] Schwefel, Wegener, Weinert: "Advances in Computational Intelligence - Theory and Practice", Springer Verlag GmbH & Co, 2003
[4] Internetseite des VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik Fachausschuss 5.14 Computational Intelligence: http://www.iai.fzk.de/medtech/biosignal/gma/ , letzte Abfrage: 11/2006
[5] F. Hoffmann: "Entwurf von Fuzzy-Reglern mit Genetischen Algorithmen", Deutscher Universitäts-Verlag Wiesbaden 1997
[6] Otto: "Fuzzy-Modellbildung mit maschinell gelernten Regeln für kontinuierliche Attribute", Internationales Wissenschaftliches Kolloquium TU-Ilmenau, 2004
[7] Pasemann, Hülse, Zahedi: "Evolved Neurodynamics for Robot Control", European Symposium on Artificial Neural Networks, 2003



Th. Banse / K. D. Kramer

Benchmarking in Embedded Control Systemen

Thomas Banse, Tel.: (03943) 659352, Fax: (03943) 659399, E-Mail: thbanse@hs-harz.de, Hochschule Harz, Fachbereich Automatisierungstechnik, Friedrichstraße 57 - 59, 38855 Wernigerode

Abstract

Eingebettete Systeme (Embedded Systems) sind mikroelektronische Steuerungs-, Regelungs- oder Kommunikationssysteme, die in Zielanwendungen direkt implementiert (eingebettet) sind. Dabei werden, unter dem Gesichtspunkt der Flexiblität, sehr häufig Zentrale Verarbeitungseinheiten auf der Basis von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern oder Digitalen Signalprozessoren (MP, MC, DSP) verwendet. Mit immer neuen Produkten erschließen sich immer mehr Anwendungsgebiete. Dies führt zu einer nahezu unüberschaubaren Anzahl von Systemen und Komponenten auf dem Markt. Vor dem Hintergrund, dass für spezielle Zielanwendungen auch spezial lisierte Controller-Architekturen nötig sind, wurde das MCAC (MicroController Applications-Centre) an der Hochschule Harz in Wernigerode gegründet. Da die Anzahl der Systeme riesig ist, fällt die Auswahl eines geeigneten Bausteins für eine Anwendung immer schwerer. Das MCAC hat es sich zur Aufgabe gemacht, KMUs und andere Einrichtungen in diesen Fragen zu unterstüt zen und zu beraten. Dafür werden 4, 8, 16, 32 und 64 Bit Systeme untersucht und analysiert. Als ein Hauptbestandteil dieser Forschungs- und Entwicklungsarbeit ist hierbei das Benchmarking von solchen Systemen anzusehen. Durch die Arbeit werden die Fähigkeiten zur Beratung und Betreuung ständig ausgebaut. [1]

1 Grundlagen

Der Begriff „Benchmark“ bezeichnet Markierungen (marks) auf Werkbänken (benches). Derartige Markierungen dienten Handwerkern zur schnellen Überprüfung bestimmter Größen (z.B. Längen, etc.). Heutzutage werden unter Benchmarking Tests bezeichnet, mit deren Hilfe man das Leistungsvermögen eines Unternehmens, einer Hardware, einer Software oder anderer Prozesse untersuchen kann. Die gewonnen Aussagen dienen dem Aufdecken von Stärken und Schwächen und lassen vergleichende Aussagen zu. [4] Das für das MCAC interesannte Benchmarking bezieht sich auf MC/DSP/MP im Anwendungsbereich von Embedded Systems. Mit dem Begriff Benchmarking / Benchmark ist in diesem Beitrag immer dieser Bereich gemeint. In Abbildung 1 ist eine vereinfachte Darstellung eines Entwicklungsprozesses vom Quellcode bis zur Zielhardware dargestellt. Aus dieser Abbildung sind die einzelnen Stufen, die durch das Benchmarking untersucht werden können, ersichtlich.

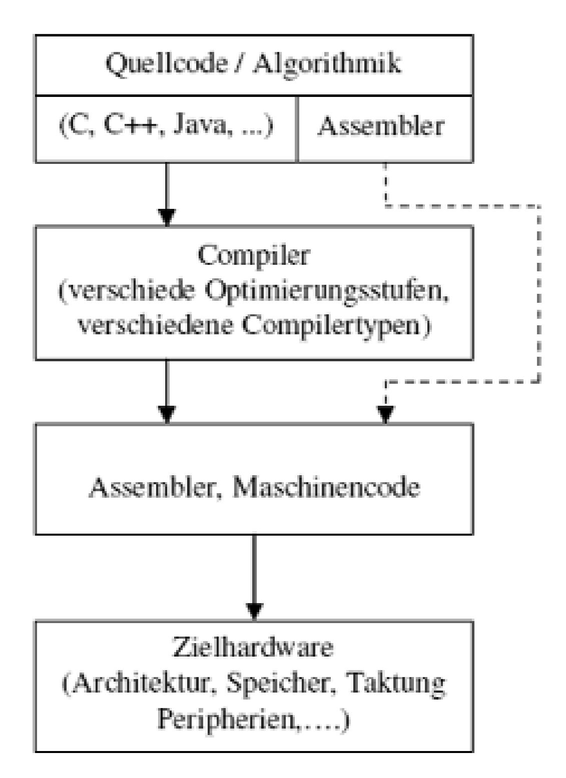


Abbildung 1: Ansatzpunkte des Benchmarking

2 Algorithmen

Dieser Abschnitt geht auf die beiden oberen Blöcke von Abbildung 1 näher ein. Bei der Auswahl von Algorithmen für einen Benchmarktest werden verschiedene Ansätze unterschieden. Nachfolgend sind einige Denkansätze für die Algorithmenauswahl angeführt:

- Synthetische (künstliche) Algorithmen
Dies sind Algorithmen, die eine spezielle Funktion oder einen bestimmten Parameter testen. Solch eine Funktion ist z.B. eine Multiplikation.

- Applikationsorientiert / Anwenderspezifisch
Diese Herangehensweise dient dem Testen einer Komponente in einem System oder einer bestimmten Anwendung unter realen Bedingungen. Die Tests zielen nicht nur auf eine einzige Funktion, sondern auf eine ganze Funktionseinheit ab. Hierbei können Standardalgorithmen aus verschiedenen Bibliotheken zum Einsatz kommen. Aussagen über Funktionsgruppen sind somit möglich.

- Abgeleitetes Benchmarking / Algorithmenbasiertes Benchmarking
Dieser Ansatz ist ein Mix bzw. ein Kompromiss aus den beiden zuvor genannten Arten. Ein solcher Test besteht aus Standart- und anwendungsspezifischen Benchmarks. Dabei ist eine Unterscheidung in einzelne Anwendungsfelder sinnvoll. Solche Felder sind z.B. Automobilanwendungen, Bildverarbeitung, Signalverarbeitung usw.

3 Optimierung / Programmiersprache

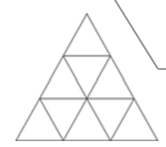
Ein Benchmarktest kann grundsätzlich, wie in Abbildung 1 angedeutet, mit mehreren Programmiersprachen und / oder Compilern durchgeführt werden. Geht man in diesem Zusammenhang von der Art der Optimierung aus, so kann wie folgt unterschieden werden:

- Automatische Optimierung (Verwendung einer Hochsprache wie z.B. C, C++, Java,...)

Dieses Verfahren gewinnt immer mehr an Bedeutung, da es leistungsfähige Compiler zur Generierung von Maschinencode gibt. Eine Verschiebung des Benchmarkergebnisses ist hierbei jedoch stets in Abhängigkeit vom verwendeten Compiler bzw. dessen Einstellungen und Optimierungen zu sehen. Somit ist der Ansatz nicht nur ein reiner Hardwaretest, sondern immer auch ein Test des Compilers! Die Erkenntnisse über einen Compiler sind dabei auch von Interesse, da ein guter Compiler bzw. dessen Optimierungen eine zeitaufwendige Handoptimierung ersparen kann.

- Aggressive Optimierung (z.B. Assembler mit handoptimiertem Code)

Bei diesem Ansatz wird der Quellcode in einer Assemblersprache geschrieben und entsprechend der verwendeten Hardware optimiert. Das bedeutet, dass der Compilereinfluss auf ein Minimum sinkt. Solche handoptimierten Algorithmen gibt es oft von den Chipherstellern zu verschieden Standartalgorithmen (z.B. FFT, FIR, IIR, ...) welche in den Applikationen dann optimal zum Einsatz kommen können. Das Arbeiten auf der Assemblerebene ist in zeit- oder speicherkritischen Systemen oft unumgänglich.



4 Auswertung und Vergleich

Von Interesse ist nun die richtige Auswertung des Benchmarking. Dabei gilt es, unvoreingenommen und anhand der objektiven Fakten, Aussagen zu treffen. Leider ist dies bei einigen bisherigen Benchmarks, oft zu Gunsten des eigenen Produkts, nicht gegeben. Bei der Auswertung gibt es verschiedene Denkansätze welche ihre Berechtigung je nach Anwendungsfall finden. Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Analyse in Bezug auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit:

- Rechenoperationen (definierte Anzahl) pro Zeiteinheit
- Benötigte Zeit für eine endliche Prozedur / Aufgabe / Algorithmus

Weitere Betrachtungen und Messungen können sich auf die Hardware bzw. auf Peripherien beziehen. Dies sind z.B. die Art der Hardwarearchitektur, der Speichergröße, die Leistungsmerkmale einer AD-Einheit, etc. Aussagen über die Rechengenauigkeit stellen in Kombination mit der Verarbeitungsgeschwindigkeit zudem wichtige Ergebnisse dar. Die Auswertung des Benchmarking kann nach dem Durchführen von Softwaretests und dem Recherchieren von Hardwaremerkmalen auf verschiedene Art und Weise geschehen. Nachstehend sind einige Verfahren ohne Wertung angeführt.

- Normierung auf eine Referenzmaschine
- Absolute Werte (z.B. Additionen pro Zeiteinheit)
- 1:1 Vergleich zweier oder mehrerer Systeme

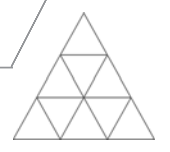
5 Forschung und Entwicklung des MCAC

Die Forschung und Entwicklung bezieht sich auf das Benchmarking von verschiedenen Systemen mit unterschiedlichen Algorithmen. Ein Hauptziel ist die Erstellung von Benchmarktests, die es ermöglichen auf einfache Art und Weise einen Systemvergleich zuzulassen. Die Betrachtung von Algorithmen erfolgt zunächst auf analytischem Wege und wird dann an einer Hardware umgesetzt. Die Herangehensweise wird dabei in zwei Bereiche unterteilt. In dem ersten Bereich werden verschiedene Algorithmen auf einer Zielhardware getestet und auf ihre Aussagekräftigkeit hin überprüft. Entsprechende Algorithmen werden dann in ein Benchmarkverfahren integriert. Im zweiten Bereich werden Aussagen über die Hardware getroffen.

6 Der XC167 von Infineon



Eines der ersten Zieltestsysteme ist der Mikrocontroller XC167 von Infineon. Bei diesem MC handelt es sich um einen 16 Bit MC mit Ansätzen von DSP-Funktionalität. Der MC steht auf einem Evaluierungsboard von Infineon zur Verfügung (siehe rechte Abbildung) und wird über den Keil Compiler programmiert. Bei dem Controller handelt es sich um den Nachfolger des C166 von Infineon. Der XC167 besitzt eine überarbeitete Architektur, welche die Performance gegenüber dem C166 gesteigert hat. Hierzu zählt z.B. eine DSP Arithmetikeinheit. In den folgenden Punkten ist ein erster Benchmarktest am XC167 beispielhaft gezeigt. [1] [2] [7]



7 Algorithmenauswahl

Die Auswahl von Algorithmen wurde zunächst auf die ersten beiden Punkte unter 2.1 beschränkt. Dies dient dem Kennen lernen von geeigneten Algorithmen für das Benchmarking. Algorithmen für erste Tests sind teilweise aus [3], [4], [5], [6] und [7] entnommen und wurden ggf. modifiziert. Nachstehend wird an einem Beispiel eine typische Herangehensweise gezeigt.

Beispiel am Beispiel BLAS

Zu den ersten Algorithmen zählen die BLAS-Routinen (Basic Linear Algebra Subprograms). Die BLAS-Algorithmen werden in [3] zur Verfügung gestellt. [3] liefert eine große Anzahl von Standartalgorithmen welche keiner direkten Hardwareanpassung bzw. Hardwareoptimierung unterliegen. Die BLAS-Routinen sind Unterprogramme die algebraische Operationen durchführen. Dabei wird zwischen drei Stufen unterschieden:

- Level 1: Vektor mit Vektor
- Level 2: Vektor mit Matrix
- Level 3: Matrix mit Matrix

Die BLAS-Algorithmen werden unter anderem in C bereitgestellt. Als erste Tests wurden einige Level 1 Algorithmen umgesetzt. Als ein Ergebnis der Tests sei die Level 1 Routine wscal() angeführt. Die Routine skaliert einen Vektor mit einem Faktor. Die Tests wurden mit einem 180 Element langen Vektor durchgeführt. Der Algorithmus ist in C implementiert. In Abbildung 3 ist die Verarbeitungsdauer dargestellt. Zu sehen ist der Einfluss zweier Compileroptimierungsstufen (Optimierungslevel) und unterschiedlicher Schleifenaufrollungen. Man erkennt hier den Einfluss der einzelnen Komponenten aus Abbildung 1 wieder.

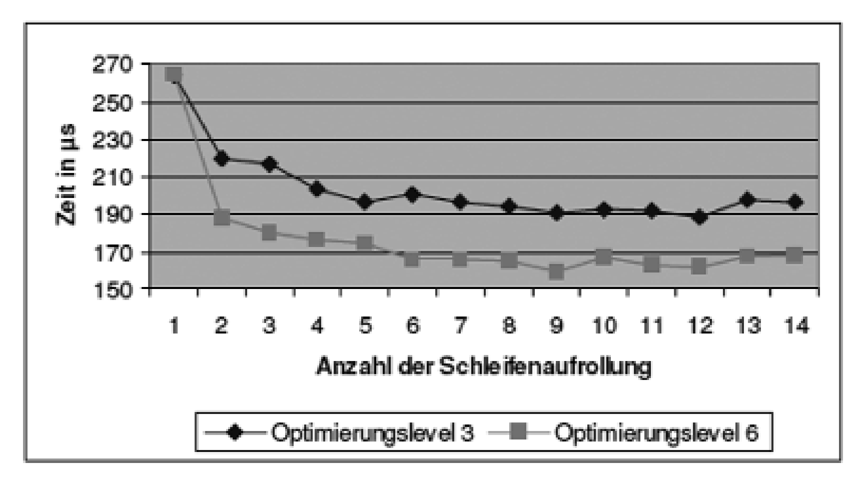


Abbildung 3: Ergebnis der wscal() Level 1 Routine

8 Erste Industrieanwendung

Weitere Tests wurden mit einem FFT-Algorithmus (Fast Fourier Transformation) durchgeführt. Die FFT wird durch Infineon in einem für den XC167 optimierten Algorithmus zur Verfügung gestellt [7]. Dieser Algorithmus fällt unter den zweiten Punkt von 2.2. In

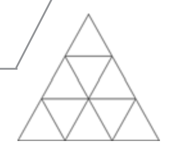
diesem Zusammenhang wurden die Registerstrucktur und die DSP-Einheit näher betrachtet. Aufgrund der DSP-Einheit ist der XC167 im Vergleich zu dem Vorgänger C166 eindeutig leistungsstärker. Die benötigeten Multiplakationen werden schneller verarbeitet. Befehle mit automatischer Adressmanipulation optimieren Speicherzugriffe und sparen damit weitere Verarbeitungszeit. Weitergehende Betrachtungen sind in Arbeit. Die Messungen wurden mit unterschiedlichen Eingangsvektoren (Längen) vorgenommen. Die Ergebnisse dienen zudem dazu, eine erste Industrieanwendung im Bereich der Bilderfassung und Auswertung zu realisieren. Dabei soll die FFT zur Musterkennung eingesetzt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Die ersten Tests dienen dem Kennen lernen von Algorithmen und Methodiken zur Durchführung von aussagekräftigem Benchmarking. Die Anzahl der vorgehaltenen MC/DSP/MP Systeme wird im weiteren Projektverlauf erweitert. Dabei soll eine große Bandbreite an Systemen abgedeckt werden. Die Tests werden auf die neuen Systeme ausgeweitet. Ziel ist die Erstellung von Testserien mit Algorithmen die eine Aussage über die Leistungsfähigkeit eines Systems Auskunft geben. Dies geschieht parallel zur Betrachtung der eigentlichen Hardware. Die so gewonnenen Erfahrungen und Ergebnisse dienen der späteren Beratung und wirksamen Betreuung von Projekten in der Industrie und KMUs.

Quellen

[1] Kramer K. D., Banse T.: "Microcontroller Applicationscentre an der Hochschule Harz (MCAC)", Präsentation an der Hochschule Harz (2006)
[2] Banse T., "XC167 von Infineon", Poster (2006)
[3] NETLIB: "BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms)", URL: www.netlib.org/blas
[4] WIKIPEDIA: "Die freie Enzyklopädie", URL: http://de.wikipedia.org
[5] Christoph Überhaupt, Computernumerik 1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-59151-6
[6] Christoph Überhaupt, Computernumerik 2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-59152-4
[7] Infineon: URL: www.infineon.com



M. Fuchs / M. Sturm / D. Lippik

Embedded Linux im Einsatz auf einer ARM9-Controllerplattform

- Auswahlkriterien, Systembausteine, Lösungsansätze -

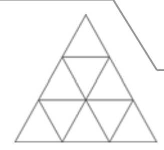
Mirco Fuchs, Tel.: (0341) 3076-1136, E-Mail: fuchs@ftz-leipzig.de, Forschungs- und Transferzentrum Leipzig an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig, Wächterstraße 13, 04107 Leipzig

1 Einführung

Die Aufgabenfülle so genannter „Eingebetteter Systeme" wird immer komplexer und vielgestaltiger. Damit steigen sowohl die Anforderungen an die Hardware, als auch an die eingesetzte Software. Zur schnellen und effektiven Realisierung komplexer Applikationen ist die Verwendung eines speziell auf die Erfordernisse des Embedded-Bereichs zugeschnittenen Betriebssystems sinnvoll.
Es existieren eine Reihe sowohl kommerzieller als auch „freier" Betriebssysteme, aus denen ein Entwicklungsingenieur anhand verschiedener Kriterien eine geeignete Auswahl treffen muss. Beispiele für diese Kriterien sind Echtzeitverhalten, Zuverlässigkeit, Lizenzbedingungen, Kosten und Support. Insbesondere die Parameter Echtzeitverhalten und Zuverlässigkeit haben in der Embedded-Welt eine hohe Bedeutung. Wenn die Entscheidung zwischen einem kommerziellen und einem Open-Source-Betriebssystem zu treffen ist, rücken die Aspekte Kosten und Support noch deutlicher in den Mittelpunkt der Diskussion. Reizvoll an einem Open-Source-System, wie beispielsweise Linux, ist sicherlich, dass der Bezug aller notwendigen Quellen im Prinzip kostenfrei möglich ist. Völlig neue Möglichkeiten eröffnet die Tatsache, dass eine ständig wachsende Entwicklergemeinde die Weiterentwicklung des Systems vorantreibt und den Begriff „Entwicklungssupport" völlig neu definiert.
Ungeachtet dieser Vorzüge ist dabei natürlich zu berücksichtigen, dass der Open-Source-Charakter prinzipiell jegliche Gewährleistung der Funktionalität ausschließt. Der daraus resultierende Bedarf nach erweiterten und umfassenden Systemtests erhöht die Entwicklungszeit und die damit verbundenen Kosten im Vergleich zu einem kommerziellen System. Die dazu notwendige Testmethodik ist u. a. Gegenstand eines vom BMWi geförderten FuE-Kooperationsprojektes, an dem die Autoren beteiligt sind.
Nachfolgend sollen wesentliche Gesichtspunkte beleuchtet werden, die bei der Implementierung eines Embedded-Linux-Systems zu berücksichtigen sind. Dabei fließen insbesondere die bei der eigenen Entwicklung eines solchen Systems gewonnen Erfahrungen ein.

2 Was ist Embedded Linux?

Für die Implementierung eines Embedded-Linux-Systems ist grundlegendes Know-how über die Funktionsweise von Embedded Linux unerlässlich. Die wesentlichen Softwarekomponenten sind dabei der Kernel, der Bootloader und das Root-Dateisystem. Auch im Hinblick auf die Wahl einer geeigneten Hardwareplattform muss der Entwickler über diese Komponenten bescheid wissen, insbesondere dann, wenn Treiber zu entwickeln sind oder Kernel und Bootloader auf eine Hardware portiert werden müssen. Im Folgenden sollen die wesentlichen Grundlagen der genannten Komponenten kurz dargestellt werden.



2.1 Linux-Kernel

Der Kernel ist das Herzstück des gesamten Betriebssystems. Seine Optimierung hat maßgeblichen Einfluss auf Funktionalität und Geschwindigkeit des Gesamtsystems. Neben der Beherrschung eines komplexen Prozess- und Speichermanagements ist es eine seiner wichtigsten Aufgaben, die Kommunikation mit der an den Controller angeschlossenen Hardwareperipherie zu gewährleisten. Die dafür notwendigen Treiber sind entweder integraler Bestandteil des Kernels, oder sie werden zur Laufzeit als Kernel-Modul nachgeladen. Module können für das System ein Sicherheitsrisiko darstellen, falls ihr Code und damit ihre Funktions- und Arbeitsweise nicht bekannt sind. Sowohl der Kernel als auch die Kernel-Module werden im so genannten Kernel-Space ausgeführt. Applikationen hingegen werden im User-Space ausgeführt. Sie können die Funktionen des Kernels über das Systemcall-Interface verwenden.

2.2 Bootloader

Nach einem Neustart ist der Bootloader das erste auf dem System ausgeführte Programm. Seine Aufgabe ist die Initialisierung grundlegender Systemkomponenten, wie beispielsweise dem Speicherinterface. Neben diesen wichtigen Aufgaben lädt der Bootloader nach Abschluss der Initialisierung den Linux-Kernel. Ein im Embedded-Linux-Bereich sehr populärer Bootloader ist „U-Boot“ [2]. Er ist sehr gut dokumentiert, wodurch die Portierung auf eine eigene Hardwarelösung verhältnismäßig einfach möglich ist.

2.3 Root-Dateisystem

Neben dem Kernel ist das Root-Dateisystem die wichtigste Komponente des Linux-Betriebssystems. Das Root-Dateisystem dient nicht der Organisation eines Datenträgers, sondern es ist eine, im Filesystem-Hierarchy-Standard (FHS) definierte, hierarchische Verzeichnisstruktur, deren höchste Ebene als Wurzel (Root bzw. ‚/‘) bezeichnet wird. Seine wichtigsten Komponenten sind Bibliotheken, die bereits genannten Kernel-Module, das Busybox-Paket, eine für eingebettete Systeme optimierte Sammlung wichtiger Systemprogramme, und Geräteknoten, über die Applikationen auf Gerätetreiber zugreifen können.

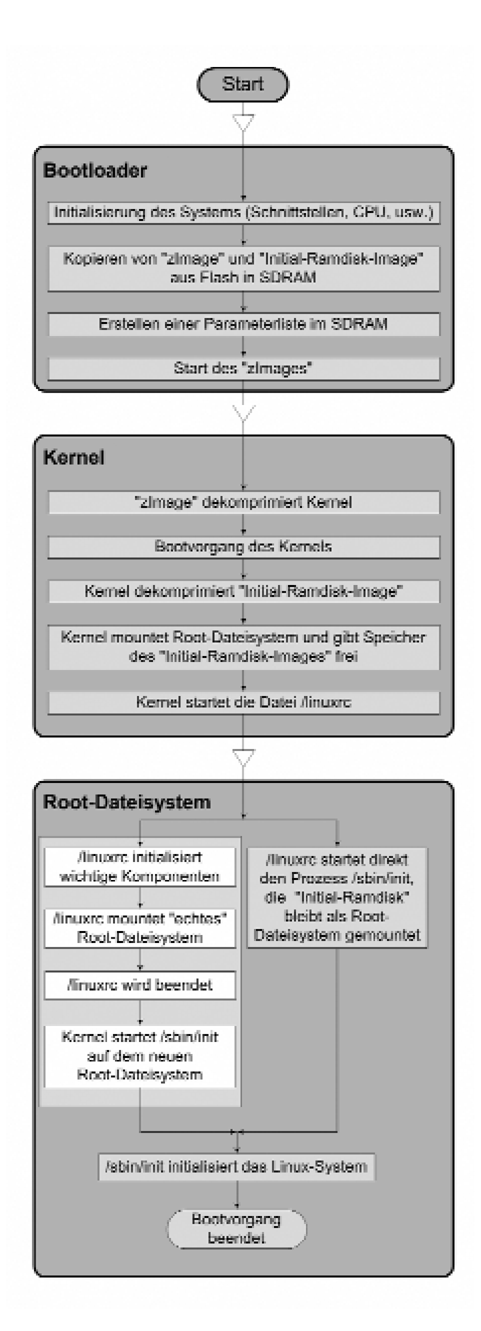


Abb. 1 Vereinfachte Darstellung des Bootvorgangs eines Embedded Linux-Systems

2.4 *Bootvorgang*

Einige Zusammenhänge zwischen den Softwarekomponenten eines Embedded-Linux-Systems werden bei der Betrachtung des Bootvorganges deutlich (vgl. Abb. 1). Im dargestellten Beispiel sind Bootloader, Kernel und Root-Dateisystem im Flash-Speicher des Controllers gespeichert. Das zImage entspricht dabei dem Kernel in komprimierter Form. Das Root-Dateisystem ist ebenfalls komprimiert als „Initial-Ramdisk-Image" gespeichert. Es wird beim Start durch den Bootloader in dynamischen Speicher (RAM) des Systems geladen und vom Kernel dekomprimiert. Dies hat zur Folge, dass Änderungen im Root-Dateisystem nicht über die Dauer der Systemlaufzeit hinaus gespeichert werden können; sie gehen also beim Neustart verloren. Dieses Problem ist allerdings in den meisten Fällen unkritisch und kann durch zusätzliche Partitionen auf dem statischen Speicher gelöst werden. Die dargestellte Aufteilung des Bootprozesses nach dem Laden des Root-Dateisystems ergibt sich aus der traditionellen Verwendung von Initial-Ramdisk-Images auf PCs. Ein Beispiel dafür ist das Laden eines Root-Dateisystem von einer CD-ROM. Kann es vom Bootloader nicht angesteuert werden, eignet sich die Verwendung eines minimalen Root-Dateisystems beispielsweise auf Festplatte, das den entsprechenden Treiber bereitstellt. Für Embedded-Systeme eignet sich der Rechte der dargestellten Pfade.

3 Hardwareplattform eines Embedded-Linux-Systems

Die Hardwareplattform stellt die Grundlage für das später zu implementierende Embedded-Linux-System dar. Die Wahl einer geeigneten Plattform erfolgt dabei im Wesentlichen in zwei Schritten. Zunächst legt sich der Entwickler auf einen Prozessor fest, um anschließend eine darauf basierende Hardware zu entwickeln, oder eine Plattform mit dem entsprechenden Prozessor zu kaufen. Hinsichtlich des Prozessors sind die Mindestanforderungen für den Einsatz eines Embedded-Linux-Systems ein 32-Bit-Prozessorkern mit Memory-Management-Unit (MMU) wie beispielsweise ARM, MIPS und PowerPC. Weitere wichtige Aspekte sind die im Controller vorhanden Peripheriemodule, wie zum Beispiel serielle Schnittstellen, das Speicherinterface und Netzwerkschnittstellen. Ungeachtet dieser Eigenschaften ist das wohl wichtigste Kriterium, dass der einzusetzende Prozessor bereits vom Linux-Kernel unterstützt wird und wie weit die Implementierung vorangeschritten ist, andernfalls ist eine Portierung des Kernels notwendig. Ein Beispiel für einen vom Linux-Kernel unterstützten Prozessor ist der AT91RM9200 mit ARM9-Kern der Firma Atmel. In einem zweiten Schritt erfolgt auf der Grundlage des Prozessors die Wahl einer Hardwareplattform. Ein Entwicklungsingenieur kann dazu entweder auf eine Lösung eines Herstellers zurückgreifen, oder eine eigene Hardware entwickeln. Für den Einsatz

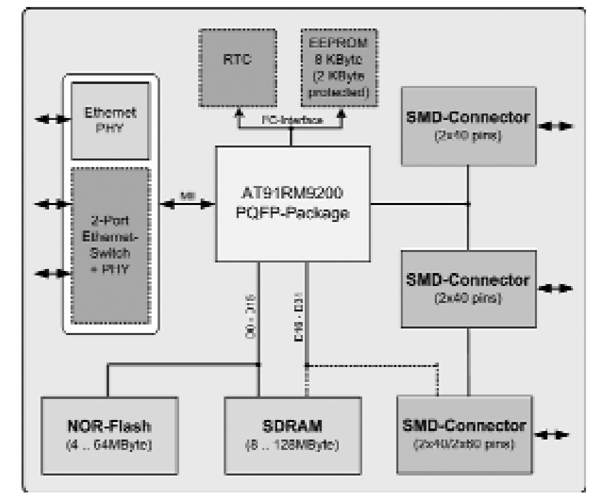
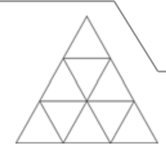


Abb. 2 Blockschaltbild der easyToWeb-ARM-Platine



einer fertigen Lösung spricht, dass meist verfügbare Developement-Kits und zur Verfügung gestellte Softwarebeispiele den schnellen Einstieg in den eigentlichen Entwicklungsprozess ermöglichen. Oft werden diese Plattformen bereits vom Linux-Kernel unterstützt, sodass eine Kernel-Portierung nicht notwendig ist. Gegen den Einsatz einer solchen Hardwareplattform könnte möglicherweise sprechen, dass sie eine allgemeine Lösung darstellt, sie also beispielsweise zusätzliche, nicht benötigte Komponenten enthält. Findet eine Entwicklung unter speziellen Anforderungen statt, die einen Einsatz einer fertigen Hardwarelösung nicht erlauben, muss der Kernel in jedem Fall auf die eigene Hardware portiert werden. Die Zusammenstellung der auf Basis des gewählten Prozessors einzusetzenden Komponenten sollte, im Hinblick auf eine möglichst kurze Entwicklungszeit, unter Berücksichtigung der im Kernel bereits vorhandenen Treiber erfolgen. Am Forschungs- und Transferzentrum Leipzig wurde eine solche Lösung in Form einer universell einsetzbaren easyToWeb-ARM-Platine auf Basis des bereits genannten AT91RM9200-Prozessors entwickelt. Auf dem in Abb. 2 dargestellten Blockschaltbild sind die wesentlichen Komponenten abgebildet.

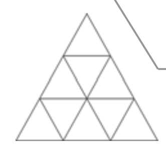
4 Werkzeuge für die Softwareentwicklung

Zum Erstellen von Programmen für die gewählte Hardwareplattform ist eine Cross-Toolchain notwendig. Eine Cross-Toolchain enthält Werkzeuge wie den Compiler, den Assembler und den Linker. Die Programme werden auf dem Entwicklungsrechner ausgeführt und erzeugen Code für das Zielsystem. Traditionell sind die meisten verfügbaren Programme einer Cross-Toolchain für Linux zugeschnitten, d. h. sie müssen auf einem Linux-System ausgeführt werden. Steht dem Entwickler ein solches System zur Verfügung, sollte es, auch in Hinblick auf die Administration des späteren Embedded-Linux-Systems, für die Entwicklung verwendet werden. Die Installation der Cross-Toolchain auf einem nativen Linux-System ist am einfachsten und am unkompliziertesten.
Meist sind aber die Arbeitsplatzrechner mit Microsoft Windows ausgerüstet. In diesem Fall gibt es verschiedene Lösungsansätze, um eine Cross-Toolchain zu erstellen und die „Quasi-Linux-Programme“ unter Windows auszuführen.
Eine erste Möglichkeit ist die Verwendung des kostenfreien Programms Cygwin. Prinzipiell erlaubt es die Ausführung von Linux-Programmen, die allerdings vorher unter Cygwin kompiliert werden müssen. Weil der eigentliche Linux-Kernel in diesem Fall nicht existiert, übersetzt Cygwin die Systemaufrufe der Applikation in Windows-Systemaufrufe. Die zweite Möglichkeit ist der Einsatz von „Cooperative Linux“ (coLinux), das ebenfalls kostenfrei ist. Es nutzt einen modifizierten Linux-Kernel, der unter Windows als eigenständiger Prozess läuft. Es gibt modifizierte Standard-Linux-Distributionen, die mithilfe von coLinux auf Windows-basierten PCs ausgeführt werden können. Die Installation von coLinux kann mit einigen Unwägbarkeiten verknüpft sein und in einigen Fällen zusätzlich die Verwendung von Cygwin erfordern.
Eine dritte Möglichkeit ist die Verwendung von VMware. Dieser Ansatz ermöglicht das Erstellen eines virtuellen Rechners, auf dem ein „vollwertiges“ Linux-System installiert werden kann. Die Installation der Cross-Toolchain ist vergleichbar mit der auf einem nativen Linux-System.
Das Erstellen der Cross-Toolchain ist abhängig vom zugrunde liegenden Betriebssystem des Entwicklungsrechners. Die weiteren Betrachtungen gehen von der Verwendung

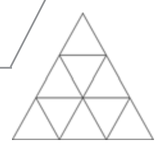
eines nativen Linux-Systems aus. Die Cross-Toolchain wird im Wesentlichen aus den Kernel-Quellen, den Binutils, dem gcc-Paket und dem glibc-Paket erzeugt. Binutils ist eine Sammlung verschiedener Werkzeuge, wie zum Beispiel dem GNU-Linker und dem GNU-Assembler. Das gcc-Paket enthält den GNU-Compiler und eine zugehörige Bibliothek. Das glibc-Paket besteht aus einer Reihe von C-Bibliotheken.
Es gibt verschiedene Wege, um eine Cross-Toolchain auf dem Entwicklungssystem zu installieren. Der Schwierigste und gleichermaßen langwierigste Weg ist das Erstellen einer Toolchain aus den genannten Quellen. Dies ist nicht ganz trivial, weil sich die Wahl der einzelnen Komponenten auf den Erstellungsprozess auswirkt und unter Umständen zu unterschiedlichsten Fehlern führen kann. Alternativ dazu kann das Erstellen aus den Quellen mit einem Skript automatisiert werden, ein Beispiel dafür ist „crosstool" [3].
Komfortabler für einen Entwickler ist die Verwendung einer so genannten Prebuilt-Toolchain. Die Cross-Toolchain ist hier bereits vorkompiliert. Damit entfällt der komplizierte und zeitraubende Prozess des Erstellens komplett. Die Firma CodeSourcery stellt solche Toolketten kostenfrei zum Download zur Verfügung [1]. Ebenso ist eine Prebuilt-Toolchain im Linux-Board-Support-Package (Linux-BSP) eines Herstellers enthalten, das oft als Bestandteil einer Hardwareplattform gekauft werden kann.

5 Systemimplementierung von Embedded Linux

Ausgehend von einer vorhandenen Hardwareplattform und einer Cross-Toolchain für den Prozessor kann die Implementierung des Bootloaders, des Kernels und des Root-Dateisystems erfolgen. Vor dem Erstellen dieser Komponenten ist zunächst der Entwurf eines Speicherkonzeptes notwendig. Dabei ist zu beachten, dass Embedded-Systeme in aller Regel über mehr dynamischen Speicher als statischen Speicher verfügen und darüber hinaus die Befehlsabarbeitung aus dynamischem Speicher um ein vielfaches schneller ist, auch wenn diese Geschwindigkeitsprobleme durch den dem Prozessorkern vorgelagerten Cache weitgehend kompensiert werden können. Um schonend mit diesen Ressourcen umzugehen, muss der Entwickler festlegen, wo und in welcher Form, also komprimiert oder unkomprimiert, die Softwarekomponenten gespeichert werden.
Beim Bootloader ist diese Frage sehr einfach zu klären. Er ist das erste, nach einem Systemstart auszuführende Programm. Daher muss er in jedem Fall im statischen Speicher abgelegt werden und direkt ausführbaren Code enthalten. Der Bootloader enthält die Exception-Tabelle, in der auch der Start des Programms eingetragen ist. Aus diesem Grund ist auch die Speicheradresse des Bootloaders nicht beliebig frei wählbar. Wie aufwendig letztlich die Installation des Bootloaders ist, hängt davon ab, ob die gewählte Hardwareplattform unterstützt wird. Falls nicht, ist zunächst eine Portierung des Bootloaders erforderlich. Dazu muss sich der Entwickler mit der Software direkt auseinandersetzen, ein oft zeitintensiver Prozess. Wird die Hardware jedoch unterstützt, beschränkt sich die Installation auf das Konfigurieren und das anschließende Kompilieren. Ein sehr gut dokumentierter und vor allem häufig eingesetzter Bootloader ist „U-Boot". Dieser ermöglicht eine schnelle und verhältnismäßig einfache Portierung auf die eigene Hardware und ist darüber hinaus sehr leistungsfähig. Dieser wurde auch zur Implementierung eines Embedded-Linux-Systems auf der easyToWeb-ARMPlatine verwendet, die Größe der Binärdatei beträgt in diesem Fall ca. 100 KiB.
Der Linux-Kernel wird nach der Systeminitialisierung vom Bootloader geladen. Seine



Speicheradresse ist demnach prinzipiell egal, solange der Bootloader sie kennt. Zur Laufzeit wird der Kernel im dynamischen Speicher ausgeführt, sodass er komprimiert gespeichert werden kann. In der Regel wird er in Form des so genannten zImages verwendet, dass beim Kompilieren automatisch erstellt wird. Das Archiv ist selbstentpackend und enthält den Kernel in komprimierter Form. Bevor es durch den Bootloader gestartet wird, kopiert dieser es vom statischen in den dynamischen Speicher. Auch der Kernel muss, genau wie der Bootloader, auf die Zielhardware portiert werden, insofern sie nicht bereits unterstützt wird. Dies ist sehr zeitaufwendig und verlangt vom Entwickler ein sehr großes Know-How über den Aufbau und die Funktionsweise des Kernels. Der Aufwand dafür ist umso größer, je weniger verwendeten Hardwarekomponenten durch Treiber bereits unterstützt werden. Aber auch wenn eine Portierung für die Hardwareplattform vorhanden ist, gestaltet sich die Konfiguration des Kernels viel schwieriger als beim Bootloader. Letztlich hängt die Größe des zImages sehr stark von der gewählten Konfiguration ab. Die Größe des Kernels für die easyToWeb-ARM-Platine beträgt mit TCP/IP-Stack ca. 1 MiB.
Für die Implementierung des Root-Dateisystems existieren verschiedene Möglichkeiten. Zum einen ist das Speichern in unkomprimierter Form möglich. Meist werden aber die Kernkomponenten eines einmal erstellten Root-Dateisystems nicht verändert, sodass es durchaus sinnvoll ist, es komprimiert statisch zu speichern und es beim Systemstart in den dynamischen Speicher zu entpacken. Speziell dazu unterstützt der Kernel die Verwendung eines Initial-Ramdisk-Images. Wenn der Bootloader dem Kernel die Position des komprimierten Root-Dateisystems mitteilt, ist dieser in der Lage, es automatisch zu entpacken und, wie in Abb. 1 bereits dargestellt, den init-Prozess zu starten. Vernachlässigt man die Zeit für eine mögliche Portierung des Kernels und des Bootloaders, so ist das Erstellen eines Root-Dateisystems der aufwändigste Prozess bei der Implementierung eines Embedded-Linux-Systems. Nichtsdestotrotz kommt diesem Arbeitsschritt eine hohe Bedeutung zu, weil er den Speicherbedarf des Gesamtsystems maßgeblich beeinflusst. In [4] wird sehr detailliert beschrieben, wie ein Root-Dateisystem Schritt für Schritt erstellt werden kann. Als Alternative für diese so genannte „From-Sratch“-Variante bietet sich die Verwendung einer Embedded-Linux-Distribution an, die entweder Teil eines Linux-BSP ist, die aber auch im Internet als Open-Source-Lösung verfügbar ist. Ein Beispiel für eine solche Distribution ist Embedded Debian. Meist muss der Entwickler die Distribution aber entsprechend den Anforderungen anpassen. Das für die easyToWeb-ARM-Platine exemplarisch implementierte Root-Dateisystem hat eine Größe von ca. 3.5 MiB und das daraus erstellte Initial-Ramsik-Image ca. 1.6 MiB.
Falls das Root-Dateisystem zur Laufzeit im dynamischen Speicher ausgeführt wird, gibt es zunächst keine Möglichkeit, Daten, wie zum Beispiel Messwerte, statisch zu speichern. Eine Lösung ist die Verwendung eines zusätzlichen Dateisystems auf einer Partition des statischen Speichers. Dieses Dateisystem kann dann in das Root-Dateisystem eingebunden werden. Ein für Flash-Speicher geeignetes Dateisystem ist JFFS2.



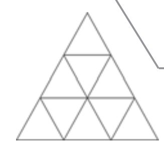
6 Zusammenfassung

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen in groben Zügen, wie umfangreich sich der Entwicklungsaufwand für ein Embedded-Linux-System gestaltet. Weiterhin wird deutlich, dass eine optimale Implementierung nur unter ständiger Berücksichtigung aller Hard- und Softwarekomponenten erfolgen kann. Vor der Verwendung eines solchen Systems muss ein Entwickler abschätzen, in wie weit eine eigene Entwicklung der Softwarekomponenten oder sogar der Hardwareplattform sinnvoll ist. Er muss sich in jedem Fall darüber im Klaren sein, dass eine vollständige Eigenentwicklung deutlich umfangreichere Tests nach sich zieht als der Einsatz fertiger Komponenten. Verwendet man aber nur vorgefertigte Komponenten, ist das System mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht auf die Anforderungen optimiert; es muss also ein Kompromiss zwischen einer Eigenentwicklung und der Verwendung fertiger Komponenten gefunden werden.

Teile der vorgestellten Arbeiten wurden im Rahmen des Projektes „ATTEST“ (FKZ 16IN0299) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Programm InnoNet, gefördert.

7 Quellenverzeichnis

[1] CodeSourcery: GNU Toolchain For ARM Processors. – http://www.codesourcery.com
[2] Denx, Wolfgang: The DENX U-Boot and Linux Guide (DULG) for TQM8xxL. – DENX Software Enginieering, http://www.denx.de, 2004
[3] Kegel, Dan: Building and Testing gcc/glibc cross toolchains. – http://www.kegel.com/crosstool/
[4] Yaghmour, Karim: Building Embedded Linux Systems. – O’Reilly Verlag, 2003



D. Sommer / M. Golz

Relevanzdetektion und Klassifikation für die Erkennung von Sekundenschlaf

David Sommer, Tel.: (03683) 688-4206, E-Mail: dave@fh-sm.de, Fachhochschule Schmalkalden, Fachbereich Informatik, Blechhammer, 98574 Schmalkalden

Zusammenfassung

Die Automatische Relevanzdetektion (ARD) hat im letzten Jahrzehnt die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, weil durch diesen Ansatz die Effizienz und die Genauigkeit von Klassifikatoren gesteigert werden kann. Zudem ist eine automatische Wissensextraktion durch die an einen Datensatz adaptierte Trennfunktion möglich. Auf Grundlage der Lernenden Vektorquantisierung (LVQ) haben wir kürzlich eine Lösung für ARD unter Verwendung von Genetischen Algorithmen vorgeschlagen. Diese Methode wird mit weiteren Klassifikatoren hinsichtlich Generalisierungsleistung und Zeitverhalten verglichen. Für diesen Zweck wird ein Datensatz aus der Anwendungspraxis eingesetzt, der Spontanaktivitäten im EEG und EOG während Nachtfahrtsimulationsaufgaben enthält. Das mit diesem Anwendungsfall verfolgte Ziel ist die Erkennung von Sekundenschlaf, der in der Fachsprache als Mikroschlafereignis (MSE) bezeichnet wird. Die Ergebnisse zeigen, dass das Relevanzlernen die Klassifikatorleistung verbessert, jedoch nicht die Leistungsfähigkeit von Support-Vektormaschinen mit RBF- oder Coulomb-Kern erreicht. Der numerische Aufwand für die leistungsfähigsten Klassifikatoren ist außergewöhnlich hoch und übertrifft den Basisalgorithmus LVQ1 um einen Faktor von 10^4.

1 Einleitung

In vielen Anwendungen der Datenfusion wurde gezeigt, dass eine Kombination heterogener Datenquellen notwendig ist, um mit deutlich mehr Informationen die Klassifikationsgenauigkeit zu steigern. Im Fall der Erkennung von MSE, die sich als Aufmerksamkeitsverluste und verlängerte Lidschlüsse während Nachtfahrtsimulationen beobachten lassen, konnten wir zeigen, dass eine Fusion von verschiedenen Datenquellen auf Merkmalsebene die Klassifikationsgenauigkeit und die Stabilität der Klassifikatoren verbessert [Sommer et al. 2005]. Schwierigkeiten ergeben sich jedoch bei einer größeren Anzahl von Merkmalen, weil alle nicht-parametrischen lokalen Klassifikationsalgorithmen grundlegende Probleme infolge des sogenannten „Fluchs der Dimensionalität" (curse of dimensionality) haben, d. h. die Leistungsfähigkeit kann sich erheblich verschlechtern, wenn man im Merkmalsraum zu höherer Dimensionalität übergeht. In dieser Hinsicht sind einfache lokale Algorithmen, wie bspw. der Nächste-Nachbar-Klassifikator, stärker betroffen als nicht-lokale Algorithmen, wie bspw. die Support-Vektormaschinen (SVM). Man beachte, dass in hochdimensionalen Räumen für einen gegebenen Merkmalsvektor der nächste Nachbar nur unwesentlich näher ist als andere Merkmalsvektoren; oder mit anderen Worten, dass mit zunehmender Dimensionalität das Verhältnis der Distanzen zwischen dem nächsten und dem entferntesten Merkmalsvektor gegen Eins konvergiert [Bengio et al. 2005].

Ein Ausweg aus diesem Dilemma stellt das Entfernen von irrelevanten Merkmalen dar, wobei die Relevanzen unter Berücksichtigung der Klassifikationsaufgabe zuvor bestimmt wurden. Methoden, die auf Bayes-Ansätzen aufbauen, wurden von [MacKay 1995] und [Neal 1996] unter der Terminologie der Automatischen Relevanzdetektion (ARD) vorgestellt. Die ARD ist auch wegen der sich ergebenden einfacheren und besser interpretierbaren Modelle attraktiv. Sie ist auch eine Form der Wissensextraktion in Anwendungen,

bei denen die Relevanzen der Merkmale nicht bekannt sind. Dies ist auch in der MSE-Erkennung der Fall, wo gegenwärtig noch kein konsistentes Expertenwissen vorliegt. Die anerkannten Zusammenhänge beziehen sich auf Müdigkeit und sind für die Detektion von MSE nicht geeignet.
Basierend auf der Lernenden Vektorquantisierung (LVQ) und deren Abwandlungen (LVQ2.1, LVQ3) [Kohonen 2001], die oft verwendete und sehr intuitive Klassifikationsmethoden sind, wurden unserer Kenntnis nach drei Methoden der ARD im letzten Jahrzehnt vorgestellt, namentlich die Distinction Sensitive LVQ (DSLVQ) [Pregenzer et al. 1994], die Relevanz-LVQ (RLVQ) [Bojer, T. et al. 2001] und die Generalisierte Relevanz-LVQ (GRLVQ) [Hammer & Villmann 2002]. All diese Methoden definieren eine Diagonalmetrik im Eingaberaum, die während des Trainings auf Basis plausibler Heuristiken adaptiert wird. GRLVQ bezieht zudem Nutzen aus der Möglichkeit zum Gradientenabstieg auf einer wohldefinierten Fehlerfunktion. Es generalisiert RLVQ, das auf einfachem Hebb'schen Lernen basiert und schlechtere, instabilere Resultate an Daten der Anwendungspraxis zeigte [Hammer & Villmann 2002]. Eine einheitliche Beschreibung für eine Reihe von Algorithmen der LVQ-Familie haben wir in [Golz & Sommer 2006] zusammengefasst.
Die Adaptionsalgorithmen zur Feineinstellung der Wichtungsfaktoren bilden gleichzeitig einen Zugang zur Bestimmung der intrinsischen Dimensionalität der Daten. Die Wichtungsfaktoren können als Relevanzwerte betrachtet werden. So haben Merkmale mit einer Wichtung von Null keinen Einfluss auf die Distanzbestimmung und sind somit nicht relevant. Merkmale, die niedrige Relevanzen aufweisen, werden dementsprechend als wenig relevant eingestuft, das heißt, sie könnten auch entfernt werden (feature pruning). Eine möglichst geringe Dimensionalität des Eingaberaums ist generell wünschenswert für die oben vorgestellten Methoden, um Effizienz, Genauigkeit und Einfachheit bei der Verarbeitung mit Neuronalen Netzen zu erreichen. Mit dem gleichen Konzept haben wir eine adaptive Metrik-Optimierungsmethode, die im folgenden als 'GA-OLVQ1' bezeichnet wird, vorgestellt; sie basiert auf dem schnell konvergierenden und robusten OLVQ1- Algorithmus in Verbindung mit einem Genetischen Algorithmus (Abbildung 1) [Sommer et al. 2005].

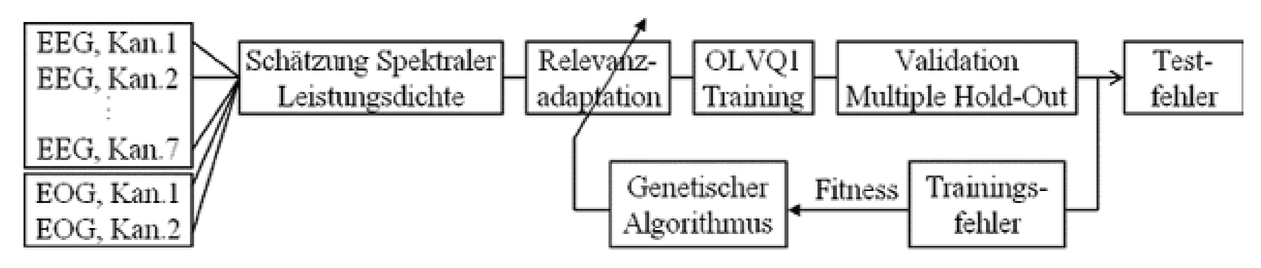
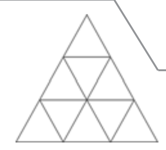


Abbildung 1: Schema einer Automatischen Relevanzdetektion mit OLVQ1- Klassifikatoren und Genetischen Algorithmen zur Optimierung der Wichtungsfaktoren, um den mittleren Test- und Trainingsfehler zu minimieren.

Es wurden Daten aus verschiedenen Quellen fusioniert; in den hier vorgestellten Untersuchungen waren es sieben Kanäle des Elektroenzephalogramms (EEG) und zwei Kanäle des Elektrookulogramms (EOG), die vorverarbeitet wurden und aus denen danach



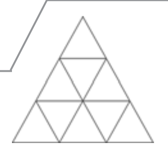
Merkmale extrahiert wurden mit Schätzungsmethoden für die spektralen Leistungsdichten. Jedem Merkmal wird ein individueller Wichtungsfaktor zugewiesen. In anschließenden Klassifikationen werden diese Wichtungsfaktoren zur Distanzbestimmung mit einer gewichteten euklidischen Metrik verwendet. Die Klassifikationsgenauigkeit, geschätzt mit der Multiple-Hold-Out-Validierung an vielen trainierten Netzwerken, dient als Fitnessvariable für den Genetischen Algorithmus. Konsequenterweise wurden die Testfehler in keinem Schritt der Optimierung, direkt oder indirekt, verwendet. Der Genetische Algorithmus generiert Populationen von OLVQ1-Netzwerken mit individuell verschiedenen Wichtungsfaktoren, am Ende der Optimierung bleibt die Population mit den am besten angepassten OLVQ1-Netzwerken bestehen. Von den zehn am besten angepassten Individuen, gemessen an ihren Trainingsfehlern, werden die Wichtungsfaktoren gemittelt. Diese ergeben die finalen Relevanzfaktoren.

2 Experimenteller Datensatz

Die Experimente wurden in unserem Fahrsimulationslabor im Realfahrzeug (Opel Corsa) durchgeführt. Die sieben EEG- Kanäle mit den Kopfpositionen (C3, C4, Cz, O1, O2, A1, A2) und die zwei EOG- Signale (vertikal, horizontal) wurden von 23 jungen Erwachsenen während 35-minütiger Fahrtsitzungen aufgenommen. Diese Fahrtsitzungen wurden stündlich zwischen 1 und 8 Uhr morgens wiederholt. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von MSE wurde zusätzlich dadurch erhöht, dass die Probanden vor Versuchsantritt mindestens 16 Stunden nicht schlafen durften.
MSE sind typischerweise begleitet von verlängerten Lidschlüssen, Fahrfehlern oder Wegnikken des Kopfes. In der weiteren Verarbeitung wurden nur klar erkennbare Ereignisse verwendet, in denen zwei Befunder mit dem Auftreten eines MSE übereinstimmten. Trotz der Notwendigkeit, genügend Beispiele zum Anpassen unserer Algorithmen zur Verfügung zu stellen, mussten die Befunder einige unklare Ereignisse von eventuellen Aufmerksamkeitsverlusten verwerfen, beispielsweise Episoden mit offenen Augen und starren Blicken. Die Anzahl der MSE schwankte stark zwischen den Probanden und steigerte sich mit fortschreitender Tageszeit bei allen. Insgesamt wurden 3.573 MSE (je Proband: im Mittel 162 $\pm$ 91, Variationsbreite 11 - 399) und 6.409 Nicht-MSE (je Proband: im Mittel 291 $\pm$ 89, Variationsbreite 45 - 442) erfasst. Nicht-MSE sind Episoden zwischen MSE, in denen die Probanden müde sind, jedoch keine klaren oder unklaren MSE zeigen.
Zur Merkmalsextraktion sollen in diesem Beitrag keine ausführlicheren Betrachtungen erfolgen, hierfür verweisen wir bspw. auf [Golz et al. 2005]. Es haben sich Merkmale aus 8 Sekunden langen EEG- und EOG-Segmenten bewährt, die durch Schätzung der spektralen Leistungsdichten gewonnen werden. Jegliche Methoden der Varianzreduktion haben sich nicht bewährt. Einen positiven Effekt zeigte jedoch die Nachverarbeitung der spektralen Leistungsdichten mit logarithmischer Skalierung und mit Mittelung in spektralen Bändern, letztere wurden mit einer Breite von 1 Hz im Bereich von 0,5 bis 35,5 Hz als empirisches Optimum gefunden.

3 Ergebnisse

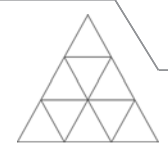
Im Folgenden wollen wir einige Algorithmen der LVQ- Familie und auch andere Klassifikationsmethoden auf unser Zweiklassenproblem anwenden und sie empirisch verglei-



chen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Klassifikationsgenauigkeit, die wir anhand der Testfehler gemäß dem Kreuzvalidierungsschema bestimmen. Es gibt keine Anzeichen, dass die verwendete Multiple Hold-Out Methode eine nennenswerte Verzerrung (bias) im Vergleich zur Leave-One-Out Methode hat [Sommer & Golz 2006], letztere ist bekanntlich eine nahezu unverzerrte Schätzung des wahren Klassifikationsfehlers. Zusätzlich zu den ursprünglich eingeführten LVQ-Algorithmen (LVQ1, LVQ2.1, LVQ3, OLVQ1) [Kohonen 1988] untersuchen wir vier weitere Varianten mit zusätzlicher Relevanzbestimmung (DSLVQ, RLVQ, GRLVQ, GA-OLVQ1), wie oben bereits erwähnt. Außerdem vergleichen wir diese mit den wohlbekannten Nächsten-Nachbarn-Algorithmen (1-NN und k-NN), der Linearen Diskriminanz-Analyse (LDA), dem Error-Backpropagation-Netzwerk (EBP) und der Support-Vektormaschine (SVM). Da bei der SVM a priori nicht bekannt ist, welche Kernfunktion am besten zum gegebenen Problem passt, wurden fünf verschiedene getestet ($x_i \in \Re^n$):

1 Linear: $k(x_1,x_2) = (x_1 \cdot x_2)$,
2 Polynomial: $k(x_1,x_2) = (x_1 \cdot x_2 + 1)^d$,
3 Sigmoidal: $k(x_1,x_2) = \tanh(\alpha\,(x_1 \cdot x_2) + \theta)$,
4 Coulomb: $k(x_1,x_2) = (1 + \gamma \| x_1 - x_2 \|^2)^{-d}$
5 Radiale Basisfunktion (RBF): $k(x_1,x_2) = \exp(-\gamma \| x_1 - x_2 \|^2)$.

Die mittleren Trainings- und Testfehler wurden zur Schätzung der Adaptations- bzw. Generalisierungsfähigkeit für das gegebene Problem berechnet (Tabelle 1). Die Trainingsfehler differieren stark. Manche Methoden sind perfekt in der Lage, sich an die Trainingsbeispiele zu adaptieren, wie bspw. der Nearest Neighbour Klassifikator (1-NN), sind aber nicht geschützt vor Überanpassung. 1-NN, ein typischer Vertreter der lokalen Klassifikatoren, ebenso auch LDA, ein einfacher globaler Klassifikator, werden durchweg von allen LVQ-Varianten in der Generalisierungsfähigkeit überboten. Innerhalb der LVQ-Familie sind nur unwesentliche Unterschiede in der Klassifikationsgenauigkeit zu sehen, abgesehen vom RLVQ, der 4% schlechter ist und GRLVQ, der mit 1% leicht besser abschneidet. GRLVQ wird von unserer Methode (GA-OLVQ1) übertroffen. Jedoch ist SVM mit Coulomb-Kernfunktion mit optimierten Hyperparametern und optimiertem Regularisierungsparameter die am besten abschneidende Methode. Die Parameter aller angewendeten Methoden wurden ebenfalls empirisch optimiert, mit dem Ziel, den Testfehler zu minimieren (Tabelle 1). Wir erwähnen nur die wichtigsten Parameter und ihre optimalen Werte für den hier verwendeten Datensatz. Diese Optimierung wurde an einer einzelnen Partitionierung in Trainings- und Test- Datensatz durchgeführt, wobei kein Einfluss zu anderen Partitionierungen bestand. Daher ist ein separater Validierungs-Datensatz nicht notwendig. Der Rechenaufwand für die gegenübergestellten Verfahren variiert stark. OLVQ1 und LVQ1 sind unproblematisch in Bezug auf die Wahl der Parameter. Sie haben die geringsten Rechenzeiten, im Bereich von etwa 10^4 Iterationen, was in etwa 10^2 Sekunden auf einem modernen Personalcomputer entspricht. Dies ist auch der hauptsächliche Grund, weshalb wir OLVQ1 in unserer GA-OLVQ1-Methode verwendet haben. RLVQ weist erhebliche Probleme auf, falls die Parameter nicht optimal gewählt sind. Das Verfahren reagiert sehr empfindlich auf die Wahl der Lernschrittweite (sollte ca. 10^{-3} betragen), ansonsten konvergiert RLVQ ähnlich schnell wie LVQ1. Bei LVQ2, LVQ2.1 oder LVQ3 stellte sich die Wahl der Fensterbreite als entscheidend heraus (wir fanden 0.1 als optimalen Wert). Diese Verfahren benötigten 10 mal mehr Iterationen als LVQ1, jedoch haben sie den Vorteil, dass sie mit einer geringeren optimalen Anzahl von Prototypvektoren auskommen. DSLVQ zeigte die gleichen



Probleme und benötigte die gleiche Anzahl an Iterationen wie LVQ2, ist aber bei weitem nicht so sensibel wie RLVQ bei der Wahl der Lernschrittweite. Abgesehen von den Berechnungszeiten zeigt GLVQ gleiche Resultate wie DSLVQ, obwohl keine Metrikadaption stattfand. GLVQ benötigte im Durchschnitt 10^6 Iterationen und somit 100 mal mehr Rechenzeit als LVQ1. GRLVQ bewegt sich hinsichtlich der Rechenzeiten in der gleichen Region wie GLVQ und hat die gleichen Probleme wie LVQ2 mit der Wahl der Fensterbreite.

Methode	Parameterwerte	$F_{TRAINING}$ [%]	F_{TEST} [%]
LVQ1	#Neuronen=500	10.2 ± 0.2	15.7 ± 0.3
LVQ2.1	#Neuronen=350	9.6 ± 0.1	15.5 ± 0.4
LVQ3	#Neuronen=350	10.3 ± 0.1	15.6 ± 0.4
OLVQ1	#Neuronen=500	9.3 ± 0.2	15.7 ± 0.4
RLVQ	#Neuronen=500; η_r=0.01	15.8 ± 0.4	19.5 ± 0.4
DSLVQ	#Neuronen=250; η_r=0.05	8.5 ± 0.2	15.5 ± 0.3
GLVQ	#Neuronen=400	9.6 ± 0.1	15.5 ± 0.4
GRLVQ	#Neuronen=350; η_r=0.01	6.5 ± 0.2	14.3 ± 0.4
GA-OLVQ1	#Generat.=200, #Popul.=128	8.8 ± 0.2	12.9 ± 0.4
SVM linearer Kern	$C=10^{-2.75}$	15.5 ± 0.1	16.9 ± 0.2
SVM Polynom Kern	$C=10^{-2.6}$; $d=2$	7.1 ± 0.1	14.7 ± 0.3
SVM Sigmoid Kern	$C=10^{+4.4}$; $\alpha=10^{-2.3}$; $\Theta=-1.6$	7.9 ± 0.1	12.9 ± 0.3
SVM RBF Kern	$C=10^{+0.31}$; $\gamma=10^{-2.1}$	0.1 ± 0.0	10.1 ± 0.4
SVM Coulomb Kern	$C=10^{+0.49}$; $\gamma=10^{-0.85}$; $d=10^{2.9}$	0.0 ± 0.0	9.9 ± 0.3
LDA	-	15.6 ± 0.1	17.4 ± 0.3
1-NN	-	0.0 ± 0.0	20.1 ± 0.5
k-NN	k=11	11.6 ± 0.1	14.7 ± 0.2
EBP	#Neuronen=8 (Hidden Layer)	12.3 ± 1.1	18.1 ± 0.7

Tabelle 1. Resultate der Multiple-Hold-Out-Kreuzvalidierung: Mittelwert und Standardabweichung für Trainings- und Testfehler. Verschiedene Methoden wurden auf ein Zwei-Klassen-Problem angewendet: "Mikroschlafereignis" gegen "Nicht-Mikroschlafereignis". Die Parameter wurden empirisch optimiert. C ist der Regularisierungsparameter der SVM.

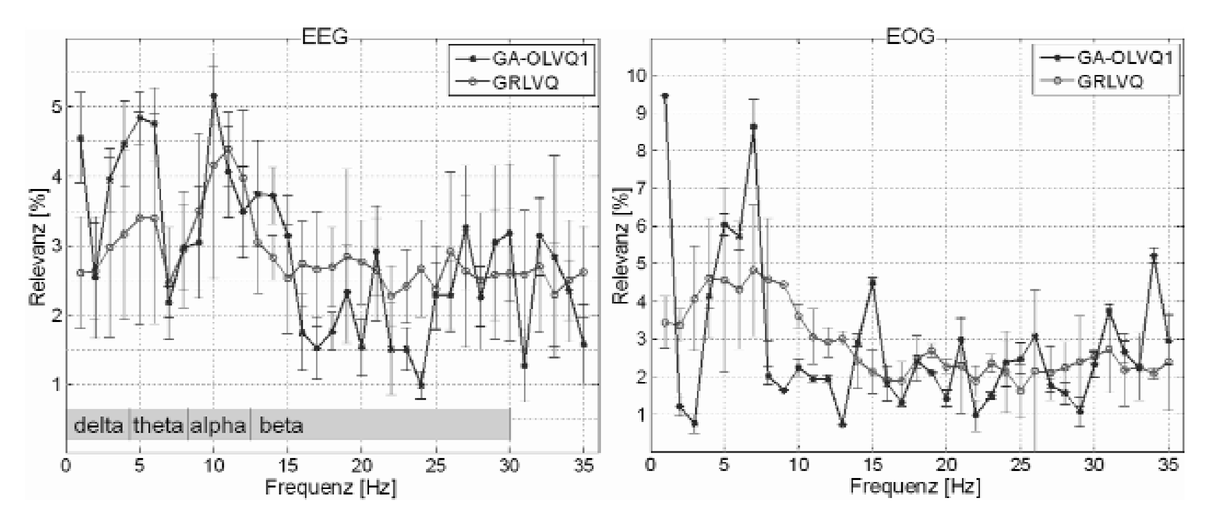
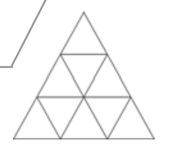


Abbildung 2: Relevanzfaktoren des GA-OLVQ1 und GRLVQ für jedes Frequenzband



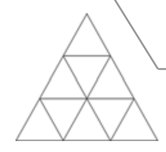
Unsere GA-OLVQ1-Methode übertrifft die Berechnungszeiten aller anderen Methoden; sie benötigt ungefähr 104 mal mehr Zeit als LVQ1. Aus diesem Grund wurde die Population von OLVQ1-Netzwerken in einem Rechnerpool mit 32 modernen Computern verteilt und benötigte trotzdem noch eine Gesamtrechenzeit von ungefähr einem Tag. Ähnliche Rechenzeiten wurden für die SVM benötigt, da sich die Suche nach optimalen Werten für die Hyperparameter und Regularisierungsparameter als aufwendig erweist. Ein einzelner Trainingslauf der SVM ist ca. 10 mal länger als bei LVQ1, vorausgesetzt, dass der Hyperparameterwert nicht weit vom Optimum entfernt ist; anderenfalls kann ein einzelner SVM-Trainingslauf mehr als 104 mal länger dauern als bei LVQ1. Abschließend wollen wir die gewonnenen Relevanzwerte (Abbildung 2) präsentieren. Die beiden betrachteten ARD-Methoden zeigen unterschiedliche Resultate. Die Relevanzwerte des GA-OLVQ1 zeigen eine höhere Dynamik mit meist geringeren Standardabweichungen. EEG-Frequenzen im Bereich zwischen dem Delta- und dem Theta-Band und im Alpha-Band, nicht aber im Beta-Band sind entscheidend für die MSE-Erkennung (die genannten Bänder sind üblich in der klinischen EEG-Auswertung). Diese Ergebnisse liegen auf gleicher Linie mit denen der Müdigkeitsforschung, jedoch sind die dort oft beschriebenen Verschiebungen von Alpha nach Theta zu unseren Ergebnissen im Widerspruch. In diesem Bereich sind bei uns niedrige Relevanzen zu finden.

4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag haben wir die wichtigsten Methoden der LVQ-Familie, einschließlich von vier jüngeren Methoden zur Automatischen Relevanzdetektion, zur Erkennung von Mikroschlafereignissen in elektrophysiologischen Signalen eingesetzt und mit weiteren Klassifikationsmethoden verglichen. Alle Klassifikationsmethoden wurden an einem Datensatz mit ca. 104 Merkmalsvektoren optimiert und validiert. Es stellte sich heraus, dass zwei der vier ARD-Methoden das gegebene Problem besser lösen als der Rest der LVQFamilie. Hiermit bestätigt sich die Zweckmäßigkeit für eine Anpassung der Metrik. Unsere Methode, die alle Merkmale für die aufgenommenen EEG- und EOG-Kanäle nutzt und die Relevanzen mit genetischen Algorithmen adaptiert, übertrifft alle anderen LVQ-Methoden.

Die besten Resultate wurden jedoch, mit Testfehlern unter 10 %, durch die Support-Vektor-Maschine unter Verwendung der Coulomb-Kernfunktion erzielt, wobei eine Metrikadaption vernachlässigbar ist. Leider sind die Rechenzeiten der beiden am besten klassifizierenden Methoden außergewöhnlich hoch; sie überschreiten die des LVQ1 um den Faktor 10^4.

Die Relevanzfaktoren für die Merkmale der spektralen Leistungsdichten des EEGs waren ähnlich zu den Erkenntnissen anderer Autoren auf dem verwandten Gebiet der Vigilanzforschung, jedoch sind für ein tieferes Verständnis der Mikroschlafproblematik noch darüber hinausgehende Untersuchungen nötig. Außerdem sind deutliche interindividuelle Unterschiede der EEG- und EOG- Charakteristik zu verzeichnen [Sommer et al. 2005]. Es würde diesbezüglich sehr interessant sein, Verfahren der lokalen Metrikadaptation zu untersuchen und zu prüfen, ob mit ihnen bessere und stabilere Ergebnisse erreicht werden können als mit globaler Metrikadaptation. In zukünftigen Untersuchungen sollte auch eine größere Vielfalt an Merkmalsextraktionsverfahren geprüft werden, die möglicherweise das MSE-Erkennungsproblem besser oder stabiler



lösen könnten. Mit der Erfüllung dieser Aufgaben sind weitere Schritte auf dem Weg zu einem anerkannten Referenzmaßstab getan, der zur Entwicklung videobasierter Müdigkeitswarnsysteme benötigt wird.

Referenzen

[Bengio et al. 2005] Y. Bengio, O. Delalleau, N. Le Roux. The Curse of Dimensionality for Local Kernel Machines. Techn. Rep. 1258, Université de Montréal, 2005.

[Bojer et al. 2001] T. Bojer, B. Hammer, D. Schunk, K. Tluk von Toschanowitz. Relevance Determination in Learning Vector Quantization. In: M. Verleysen (ed.), Europ Symp Artificial Neural Networks, D-facto publications, 271-276, 2001

[Golz et al. 2005] M. Golz, D. Sommer, D. Mandic. Microsleep Detection in Electrophysiological Signals. In Dinesh Kant Kumar and Hugo Gamboa (Eds.), Proc 1st Intern. Workshop Biosignal Processing and Classification (BPC 2005), pp 102-109, 2005.

[Golz & Sommer 2006] M. Golz, D. Sommer. The Performance of LVQ Based Automatic Relevance Determination Applied to Spontaneous Biosignals. Proc 10th Intern Conf Knowledge-Based & Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2006), in press, 2006.

[Hammer & Villmann 2002] B. Hammer, T. Villmann. Generalized Relevance Learning Vector Quantization. Neural Networks, 15 (8-9), 1059-1068, 2002.

[Hochreiter et al. 2003] S. Hochreiter, M. C. Mozer, K. Obermayer. Coulomb Classifiers: Generalizing Support Vector Machines via an Analogy to Electrostatic Systems. Neural Information Processing Systems 15, 2003.

[Kohonen 1988] T. Kohonen. Learning Vector Quantization, Neural Networks 1: 303-316, 1988.

[Kohonen 2001] T. Kohonen. Self-Organizing Maps“, Springer, Berlin, 3rd ed., 2001.

[MacKay 1995] D. J. C. MacKay: Probable Networks and Plausible Predictions - a Review of Practical Bayesian Methods for Supervised Neural Networks,” Computation in Neural Systems, 6, 469-505, 1995.

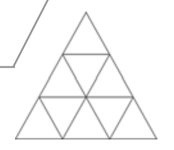
[Neal 1996] R. M. Neal. Bayesian Learning for Neural Networks. PhD thesis, University of Toronto, Canada, LNS 118, Springer, Berlin, 1996.

[Pregenzer et al. 1994] M. Pregenzer, D. Flotzinger, G. Pfurtscheller. Distinction Sensitive Learning Vector Quantization - A New Noise-Insensitive Classification Method. In Proc Int Conf Neural Networks (ICNN-94), Orlando, 2890-2894, 1994.

[Sato & Yamada 1996] A.S. Sato, K. Yamada. Generalized Learning Vector Quantization. In: Adv. Neural Inform. Process. Systems 8, MIT Press, Cambridge, 423-429, 1996.

[Sommer et al. 2005] D. Sommer, M. Chen, M. Golz, U. Trutschel, D. Mandic. Fusion of State Space and Frequency-Domain Features for Improved Microsleep Detection; in W. Duch et al. (Eds.): Int Conf Artificial Neural Networks (ICANN 2005); LNCS 3697, 753-759, Springer, 2005.

[Sommer & Golz 2006] D. Sommer, M. Golz. A Comparison of Validation Methods for Learning Vector Quantization and for Support Vector Machines on Two Biomedical Data Sets; in M. Spiliopoulou et al. (eds.): From Data and Inform. Analysis to Knowledge Engin. Springer, 150-157, 2006.



M. Franke / M. Brutscheck / A. Th. Schwarzbacher / St. Becker

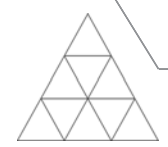
Analysis of Finite State Machines in Unknown CMOS Integrated Circuits

Marco Franke, Tel.: (03461) 462406, E-Mail: marco.franke@stud.hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg (FH), Fachbereich Informatik und Kommunikationssysteme, Geusaer Straße, 06217 Merseburg

Abstract:
The investigation of unknown integrated circuits is increasingly more important in today's digital integrated circuit analysis. Up until now, different invasive strategies have been developed for the analysis of unknown circuits. A novel non-invasive approach to determine combinatorial and sequential finite state machines will be described in this paper. Furthermore, an analysis environment will be used for the description of the transition and the result functions.

I Introduction

Finite state machines (FSM) are used in a wide variety of areas, including sequential and combinatorial circuits. Since the functions of FSMs are not always known, it is essential to determine their correct behaviour. This might be required when the label is missing or it is necessary to find out more about the internal structure of the integrated circuit (IC). The overall research objective of this work is to show how the internal functions of unknown CMOS integrated circuits can be determined in a non-destructive manner. This research deals with simple logic gates up to complex finite state machines. The finite state machines are distinguished the combinatorial and the sequential automaton. In the first section of this paper the background of the different finite state machines will be represented. Therefore, the particular automaton will be described in its structure and in its mathematical functions. It must be considered, that combinatorial and sequential finite state machines have different structures and behaviours and therefore they require several test sequences. In the second section, the analysis environment will be explained. This analysis environment includes the media surface, the hardware and the interface between personal computer (PC) and analysis board. The media surface for the creation of test vectors and the computation of the results is programmed with Matlab. The programming of the software for the analysis board and the interface will be carried out on a Field Programmable Gate Array (FPGA) using the hardware description language VHDL. With this environment several tests are carried out and the results are then compared against the theoretically determined values. Therefore, known finite state machines for the analysis are used to prove the correct test outputs. The examples given range from simple combinatorial gates to complex sequential finite state machines. It will be shown that the behaviour of finite state machines is determined by the mathematical system analysis. Furthermore, it will be shown that the output values are controlled by the input vectors and the states in the sequential automaton. In the last section the test result of combinatorial and sequential finite state machines will be represented and from this it will be explained how the transition function of the finite state machine can be determined.



II Theory and Background

Digital systems can be divided into sequential and combinational systems. The sequential systems can be further subdivided in synchronous and asynchronous systems as is illustrated in Figure 1.

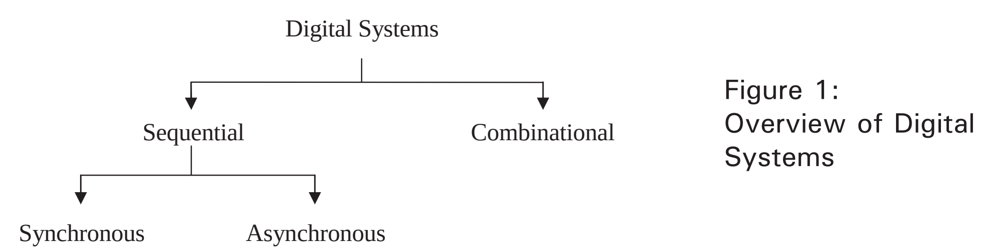


Figure 1: Overview of Digital Systems

In the following two basic finite state machines will be described which are explained detailed in [3]. The function and the behaviour of the combinatorial and sequential finite state machines will be shown in the next section.

a) Combinatorial Finite State Machines

The combinatorial finite state machines have a simple structure and are based on basic logic gates. The input values are interconnected directly to the output without buffering values. Therefore, the input alphabet is linked directly to the output alphabet. The combinatorial finite state machine is shown in Figure 2 below:

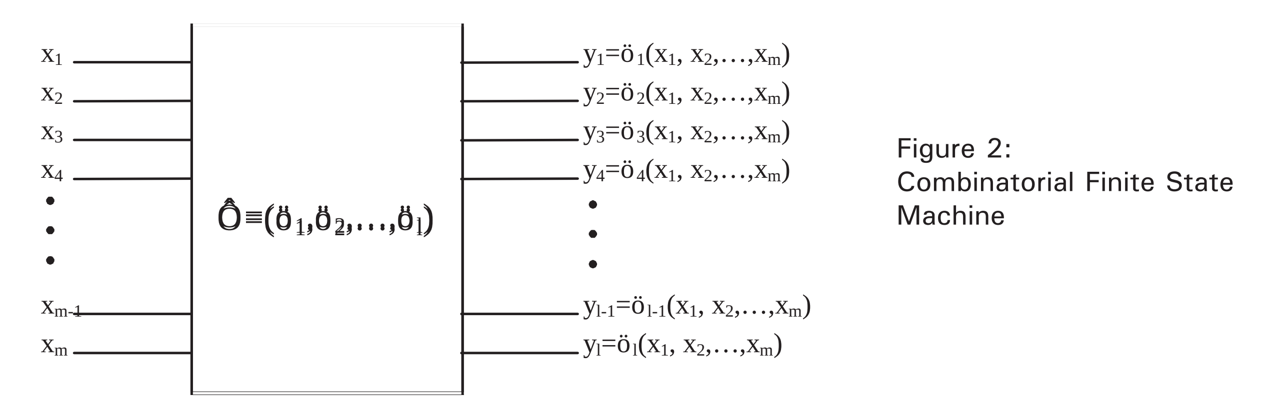
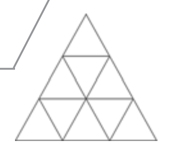


Figure 2: Combinatorial Finite State Machine

The combinatorial finite state machine is described by the transformation Φ. Thus, the transformation Φ consists of the amount I of type ϕ. The initial state is a transformation of the input values and it is described by $y = \phi(x_1, x_2, \ldots, x_m)$. The combinatorial finite state machine processes input words at discrete moments. The same input words always lead to the same initial values.

b) Sequential Finite State Machines

To form the sequential finite state machines memory blocks are added to the combinatorial finite state machines. The memory provides the ability to store values and to realise system states. The states of memory indicate how many input values can be stored. The output values $y(t)$ are a function of the input values $x(t)$ as well as of the stored values $x(t-1)$, $x(t-2)$, …,$x(t-n)$. They might also only be a function of the stored



values *x(t-1), x(t-2),...,x(t-n)*, whereas *n* is the number of system states. Therefore, the number of system states n can be different. Figure 3 presents the block diagram of a sequential finite state machine.

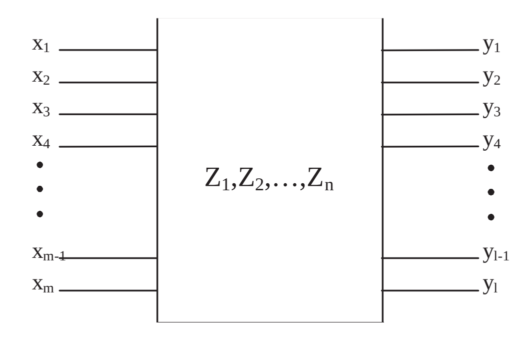
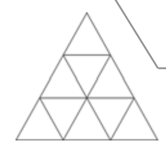


Figure 3:
Sequential Finite State Machine

The sequential finite state machines can be divided into Mealy [7] and Moore [8] machines. The Mealy machine generates output values at each transition and the output values are based on the current state and the input value. The Moore machine also creates output values at each transition, but the output values are independent from the input values. The output values are only determined by the current state. The mathematical function of Mealy and Moore machine are described by a 6 - tuple $A = (X, Z, z_0, Y, \delta, \lambda)$, consisting of the finite set of input values called input alphabet X, a finite set of states Z, a initial state z_0, the finite set of output values called output alphabet Y, the state transition function $\delta(Z,X)$ and the output function $\lambda(Z,X)$. At sequential systems Mealy and Moore machine are not mutually exclusive. That means a sequential machine can be both a Mealy and a Moore machine. A sequential finite state machine is specified completely if for each state Z_i and input X_i the next state $Z_{i+1} = \delta(Z_i, X_i)$ and the output $Y_i = \lambda(Z_i, X)$ are specified. Otherwise, the automaton is specified partially.

III Analysis Environment

The analysis environment is divided into the media surface, the interface and the analysis board. The media surface is programmed with Matlab and it is used for input information, for the creation of test vectors and for the analysis of the results. The different pin types and the pin number belong to the input information. The different pin types are distinguished between input pins, output pins, ground pin, VCC pin and not connected pins. With this information the calculation of test vectors is possible. For the test of finite state machines the input alphabet *X* is generated by the test vectors. These input alphabets are transmitted through the interface from personal computer to analysis board. The personal computer running the software Matlab and the interface works with the RS232 protocol. Therefore, an adaptation of the data structure occurs on the receiver with the interface. The interface is a component of the analysis board. The analysis board consists of a FPGA and the hardware which is needed for the measurement at the unknown state machine. The FPGA is used for the programming of the interface and for the programming of the test environment. The programming software is called Quartus II by the company Altera [6]. Therefore, the FPGA of the same company is used.



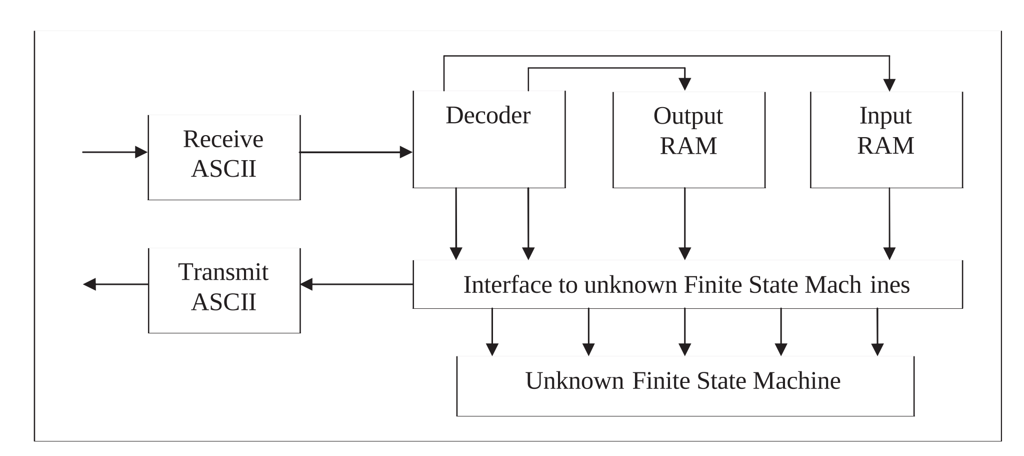


Figure 4:
Analysis Board

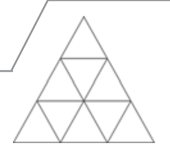
The complete analysis board is illustrated in Figure 4. Six different VHDL modules are implemented into the FPGA. It includes the interface with a receiver and a transmitter, a decoder, an Input RAM an Output RAM and an interface to the unknown finite state machines. The task of the receiver is to get ASCII frames and after the frames have been received the user information will be passed to the decoder. The user information can be the pin types or the input alphabet. The decoder analyses the information and processes them correspondingly. The input pins are stored in the input RAM and the output pins are stored in the output RAM, because the pin values are required for the complete test sequence. The interface to the unknown finite state machine is the main block for the test of unknown state machine. If the decoder recognises the input alphabet, the information will be handed directly to the finite state machine to be tested. Furthermore, the interface module reads in the initial states. These values will pass to the transmitter interface. The information will be processed and sent using the RS232 protocol to the PC. The RS232 protocol has a baud rate of 9600Bd. Therefore, the unknown circuit can to be tested in real time.

IV Heuristics Results

The test of finite state machines is important to obtain an overview about the internal structure and the functions of the automaton. The tests of combinatorial and sequential finite state machines are carried out by different methods. This is because the process, the internal structure and thus the mathematical behaviour of the combinatorial and sequential finite state machines are different. The behaviour of the combinatorial automaton is more simply then the behaviour of sequential automaton Therefore, it is very difficult to test sequential finite state machines.

a) Analysis of the Combinatorial Finite State Machine

The combinatorial finite state machines consist of elementary gates and the input values are not buffered. Therefore, the output values depend directly of the input values $Y(t) = \Phi(X(t))$. This is because the output values only depends on the input values of the same time and not on values of previous times *(t-1)* or later times *(t+1)*. All possible combinations are used as input values. That means if four inputs are available than 2^4 combinations are used. The following Table 1 shows the possible input combinations and the related output results of any automaton.



t	0	1	2	3
$x_1(t)$	0	1	0	1
$x_2(t)$	0	0	1	1
$y_1(t)$	0	1	1	0
$y_2(t)$	1	1	0	0

Table 1:
Input and Output values of the Combinatorial FSM

During the test of the combinatorial finite state machines it has to be noticed, that the same input values always involve to the same initial states. The next step of the system analysis is the setup of the transition function. The transition function is specified by $y_n(t) = \phi_n(x_1(t), x_2(t),\ldots,x_q(t))$ and can be generated conjunctively or disjunctively. For example the conjunctive transition functions are given by (1).

$$
\begin{aligned}
y_1(t) &= \left(x_1(t) \vee x_2(t)\right) \wedge \left(\overline{x}_1(t) \vee \overline{x}_2(t)\right) \\
y_2(t) &= \left(x_1(t) \vee \overline{x}_2(t)\right) \wedge \left(\overline{x}_1(t) \vee \overline{x}_2(t)\right)
\end{aligned}
\qquad (1)
$$

The disjunctively transition functions are given by (2).

$$
\begin{aligned}
y_1(t) &= x_1(t) \wedge \overline{x}_2(t) \vee \overline{x}_1(t) \wedge x_2(t) \\
y_2(t) &= \overline{x}_1(t) \wedge \overline{x}_2(t) \vee x_1(t) \wedge \overline{x}_2(t)
\end{aligned}
\qquad (2)
$$

The combinatorial finite state machines were tested with the analysis environment and following the results were compared against the mathematically certain values. In conclusion, with the test environment the transition functions of the combinatorial finite state machines can be determined.

b) Analysis of Sequential Finite State Machines

The analysis of sequential finite state machines is more complex. Therefore, it has to be divided into a number of steps. The first step is the determination of the number of states. Traditionally, the cross-correlation will be used to determine the time-delay in an integrated circuit. In Figure 5 the cross-correlation will be described to determine the number of internal states *z(t)*, where *x(t)* is the input values and *y(t)* is the output values.

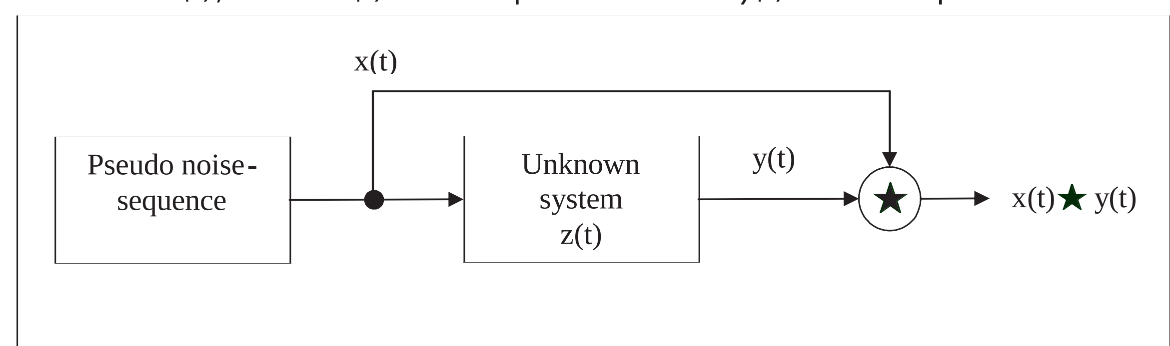
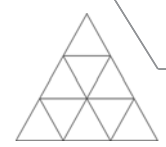


Figure 5: Block Diagram of the Determination of State Numbers

The following conditions have to be considered to use the measurement system above. Firstly, the period of the generated pseudo noise sequence has to be greater than the



number of possible states in the unknown system to avoid repetitions of the pseudo noise sequence. Otherwise, this could lead to wrong results during the computation of the cross-correlation. In the moment, the unknown system must be non-recursively and clocked. The pseudo noise sequence is realised using fed back shift registers. The cross-correlation will be realised with stages of D-latches. However, the number of D-latches must be greater or identical than the number of internal states in the unknown system to evaluate the cross-correlation exactly. This is necessary, because the cross-correlation calculates only the correct values if the signal propagation delay through the internal states and the D-latches will be identical. The outputs of the D-latches are separately linked modulo-2 with $y(t)$. The result of the cross-correlation leads to the number of D-latches. This number is equal to the number of states in the unknown sequential finite state machine. The whole system was implemented and tested into a digital simulator PC software.

V Conclusions

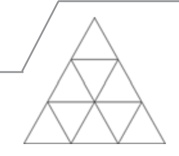
This paper has presented a novel procedure to analyse combinatorial and sequential finite state machines in a non-destructive manner. It has been shown that the transition function of combinational finite state machines can be determined and consequently the design of the combinatorial automaton. This is possible by using the presented analysis environment. Tests have shown that different combinatorial finite state machines can be tested with diverse transition functions. Tests of sequential finite state machines are much more complex. Therefore, the determination of the transition and result functions were carried out in a number of steps. This work presented the first approach for the determination of the states in sequential finite state machines using a cross-correlation method. The tests were carried out using a non-recursively and clocked sequential finite state machines. In every system tested the internal states could be determined. Current research focuses on a further determination of sequential finite state machines using the presented analysis environment.

VI Acknowledgements

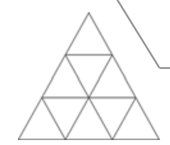
The authors would like to thank Prof. Dr. Bundschuh for his helpful suggestions during the project.

VII References

[1] M. Brutscheck, A. Th. Schwarzbacher and St. Becker, "A test environment for analysing unknown integrated circuits," 7th New Generation Scientist Conference, Wernigerode, Germany, pp. 223-224, January 2006.
[2] M. Brutscheck, M. Franke, A. Th. Schwarzbacher and St. Becker, "Determination of pin types and minimisation of test vectors in unknown CMOS integrated circuits," accepted for Electronic Devices and Systems IMAP CS International Conference, Brno, Czech Republic, September 2006.
[3] G. Wunsch and H. Schreiber, Digitale Systeme, 4th Edition, Springer-Verlag, Berlin, 1993.
[4] G. Wunsch, Handbuch der Systemtheorie, Akademie-Verlag, Berlin, 1986.
[5] A. M. Dewey, Analysis and Design of Digital Systems with VHDL, PWS Publishing Company, 1997.
[6] Quartus II Web Edition Software Version 6.0, http://www.altera.com.
[7] G. H. Mealy, A Method for Synthesizing Sequential Circuits, Bell System Technical Journal, vol. 34, pp. 1045-1079, September 1955.
[8] Edward. F. Moore, Gedanken-Experiments on Sequential Machines, Automata Studies pp 129-153 Princeton University Press, Princeton, N. J., 1956.



Laser- und Optotechnologien / Feinwerktechnik / Materialwissenschaften



S. Dutz / W. Andrä / R. Hergt / R. Müller / M. Zeisberger / M. E. Bellemann

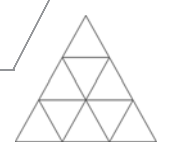
Magnetische Eisenoxid-Nanopartikel für intrakorporale Erwärmungsanwendungen in der Medizin

Silvio Dutz, Tel.: (03641) 205642, E-Mail: silvio.dutz@fh-jena.de, Fachhochschule Jena, Fachbereich Medizintechnik und Biotechnologie, Carl-Zeiss-Promenade 2, 07745 Jena

Abstract
In diesem Artikel wird die Eignung magnetischer Nanopartikel für intrakorporale Erwärmungsanwendungen in unterschiedlichen biomedizinischen Gebieten diskutiert. Auf verschiedenen Wegen wurden magnetische Eisenoxid-Nanopartikel im Bereich von 10 nm bis 100 nm hergestellt und im Hinblick auf ihre spezifische Heizleistung in alternierenden magnetischen Feldern charakterisiert. Als biomedizinische Anwendungen für die untersuchten Partikel sind die magnetische Hyperthermie, die Thermoablation sowie die magnetisch ausgelöste Wirkstoff-Freisetzung im Gastrointestinaltrakt von speziellem Interesse.

I. EINLEITUNG

Magnetische Nanopartikel (MNP) sind interessante Werkstoffe für eine Vielzahl biomedizinischer Anwendungen. Bedeutende Beispiele sind die Verwendung als Kontrastmittel im MRT, magnetische Zellseparation und -manipulation, Freisetzungssysteme für Medikamente, Radionuklide oder Gene im Körper sowie die magnetische Partikel-Hyperthermie. Unsere Untersuchungen zielen auf die Verwendung von MNP in zwei verschiedenen Anwendungsrichtungen. Dies sind zum einen die magnetische Partikel-Hyperthermie und -thermoablation für die Therapie von Tumoren, insbesondere Brustkrebs. Diese Therapien beruhen auf der Erwärmung von MNP in alternierenden Magnetfeldern. Zahlreiche Untersuchungen mit Zellkulturen, Tumorgewebe sowie Versuchstieren [1] wurden zur Verbesserung dieser Methoden in den letzten Jahren durchgeführt. Die Überführung der Methoden in klinische Studien findet momentan statt [2]. Die zweite interessante biomedizinische Anwendung ist die magnetisch gesteuerte Freisetzung von Wirkstoffen im Gastrointestinaltrakt (GIT) [3]. Diese Freisetzung kann beispielsweise erfolgen durch den entstehenden Gasdruck einer verdampfenden Flüssigkeit, verursacht durch magnetisches Aufheizen von MNP in alternierenden Magnetfeldern [4]. Im vorliegenden Artikel wird die Eignung von MNP für die oben aufgeführten Einsatzgebiete untersucht. Bei den meisten biomedizinischen Anwendungen können nur geringe Mengen der MNP in den menschlichen Körper eingebracht werden. Deshalb sind zum Erreichen der notwendigen Heizrate MNP mit einer hohen spezifische Heizleistung (SHL) notwendig. Aufgrund medizinischer und technischer Beschränkungen [5] der Frequenz sowie der Amplitude des magnetischen Feldes am Anwendungsort sind MNP mit einer hohen SHL bei relativ geringen Feldamplituden ($<$ 10 kA/m) erforderlich. Aus Gründen der Biokompatibilität beschränkt man sich auf die unbedenklichen Eisenoxide Magnetit (Fe_3O_4) und Maghemit (γ-Fe_2O_3). Der bisher höchste Wert der SHL wurde für die vom marinen Bakterium *magnetospirillum gryphiswaldense* synthetisierten Magnetosomen (mittlerer Durchmesser etwa 35 nm) bestimmt. Diese erreichten einen Wert von fast 1 kW/g bei Feldparametern von 410 kHz und 10 kA/m [6]. Unglücklicherweise sind solche Partikel nur in sehr geringen Mengen verfügbar. Aus diesem Grund wurden Serien von MNP auf verschiedenen Synthesewegen her



gestellt. Das primäre Ziel war es, eine Erhöhung der SHL gegenüber den Werten der verfügbaren kommerziellen MNP zu erreichen. Mittels einer Umhüllung der MNP mit Carboxymethyldextran (CMD) konnten wässrige Ferrofluide mit einer guten Sedimentationsstabilität hergestellt werden. Die umhüllten sowie die nativen MNP wurden hinsichtlich ihrer magnetischen Verluste in Abhängigkeit von der Feldamplitude untersucht.

II. MAGNETISCHE NANOPARTIKEL

Es wurden MNP im Größenbereich von 10 nm bis 100 nm hergestellt und strukturell (Röntgendiffraktometer - XRD, Elektronenmikroskop - TEM) sowie magnetisch (Probenvibrationsmagnetometer - PVM, Magnetfeldkalorimeter - MFK) charakterisiert. Die Herstellung der Partikel erfolgte im Wesentlichen mit zwei unterschiedlichen nasschemischen Fällungsreaktionen. Methode 1 basiert auf oxidativer Hydrolyse einer Fe(II)-Lösung im alkalischen Medium. Dazu wird Fe(II)-Salz ($FeSO_4$ oder $FeCl_2$) in destilliertem Wasser gelöst und KOH (alkalisches Medium) und KNO_3 (Oxidationsmittel) als Lösungen unter ständigem Rühren tropfenweise zugegeben. Die resultierenden Partikel weisen eine mittlere Teilchengröße von über 50 nm und eine breite Teilchengrößenverteilung auf. Methode 2 ist eine Kopräzipitation im alkalischen Medium, ausgehend von einer Lösung bestehend aus $FeCl_2$ und $FeCl_3$ in einem molaren Verhältnis von Fe(II) / Fe(III) = 0,5. Als Fällungsreagenz wird NaOH verwendet. Die resultierenden Partikel sind zwischen 10 nm und 40 nm groß und besitzen ebenfalls eine breite Teilchengrößenverteilung. Die entstehende Partikelgröße konnte durch Variation der Reaktionstemperatur, Konzentration, Tropfzeit und dem pH-Wert beeinflusst werden. Durch Modifikation der Methode 2 konnte ein zyklisches Wachsen der Partikel erreicht werden. Die zyklisch gewachsenen Partikel weisen eine schmalere Teilchengrößenverteilung als die konventionell gefällten Partikel auf [7]. In früheren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die SHL sehr stark von der Partikelgröße sowie von der Teilchengrößenverteilung abhängig ist [8]. Eine Einengung der Teilchengrößenverteilung durch magnetische Fraktionierung kann zu einer Erhöhung der SHL führen [9].

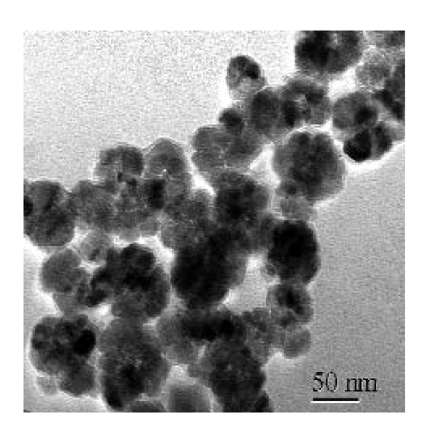
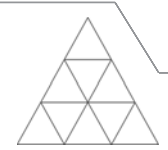


Abbildung 1: Typische TEM-Abbildung der mit CMD umhüllten MNP (Herstellung nach Methode 2).

Für die meisten biomedizinischen Anwendungen ist es erforderlich, die MNP in wässrige Suspensionenen (Ferrofluide) zu überführen. Dies wird durch eine Umhüllung der Partikel mit einer etwa 5 nm dicken CMD-Schicht erreicht (Abbildung 1). Die resultierenden Suspensionen sind über einen Zeitraum von mehr als 7 Tagen stabil gegen Sedimentation.



S. Dutz / W. Andrä / R. Hergt / R. Müller / M. Zeisberger / M. E. Bellemann

III. MAGNETISCHE HYPERTHERMIE UND THERMOABLATION

Gleichzeitig mit einer ansteigenden Lebenserwartung in den Industriestaaten steigt auch die Häufigkeit von Krebserkrankungen, besonders bei älteren Personen. Konventionell werden diese Erkrankungen mit chirurgischen Eingriffen, Bestrahlung oder Chemotherapie behandelt. Eine alternative Therapie dazu ist die Hyperthermie. Ziel dieser Methode ist die Schädigung oder Zerstörung des Tumorgewebes durch einen lokalen Temperaturanstieg im Gewebe. Bisher bekannte Methoden, um das Tumorgewebe zu erwärmen, beruhen auf Mikrowellenstrahlung, HF-Feldern, Ultraschall oder Laseranwendung. In der modernen Medizin besteht ein starker Bedarf an der Entwicklung von minimalinvasiven Methoden zur Tumortherapie. Eine interessantes Therapiemodell nutzt MNP als interne Wärmequelle für die Schädigung (Hyperthermie: ~ 43 ºC) oder Zerstörung (Thermoablation: > 50 ºC) von Tumorzellen im lebenden Organismus. Dazu werden die MNP in den Tumor oder um den Tumor herum in das Gewebe eingebracht. Durch Anwendung eines äußeren magnetischen Wechselfeldes werden die MNP aufgrund verschiedener magnetischer Verlustmechanismen (Hystereseverluste sowie Néel- und Brown-Relaxation) aufgeheizt. Klinische Studien zur weiteren Evaluierung dieser Methode für die Behandlung von verschiedenen Tumorarten sind in Vorbereitung. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die MNP in das Tumorgewebe einzubringen, z.B. durch Injektion mittels einer Spritze, durch Magnetfeldgradienten-Targeting oder durch Anbindung der MNP mittels tumorspezifischer Antikörper an die Tumoroberfläche. Besonders bei den Methoden, welche die MNP nicht durch direkte Injektion einbringen, ist am Tumor nur eine geringe Partikelkonzentration zu erwarten. Aus diesem Grund ist ein magnetisches Absorbermaterial mit einer hohen SHL erforderlich, um die notwendige Temperaturerhöhung auch bei einer geringen Partikelkonzentration im Tumorgewebe zu erreichen. Für die Auswahl geeigneter Absorber wurde eine Vielzahl von MNP in Bezug auf ihre magnetischen Verluste in Abhängigkeit von der Amplitude des magnetischen Wechselfeldes untersucht.

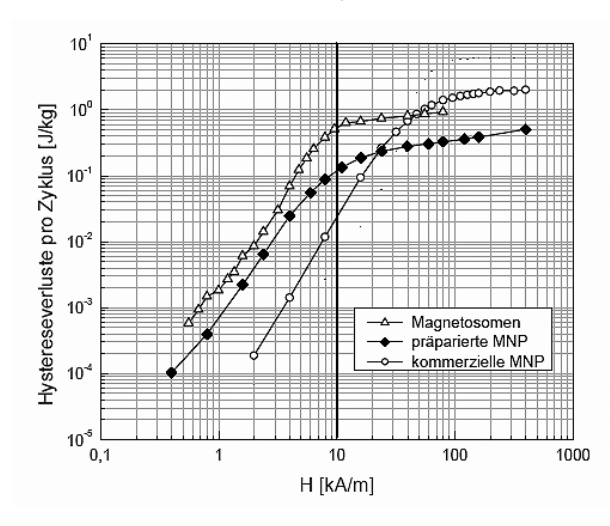


Abbildung 2:
Spezifische Hystereseverluste pro Ummagnetisierungszyklus von ausgewählten Proben als Funktion der magnetischen Feldamplitude.

Von Hilger et al. wurde im Tierversuch nachgewiesen, dass ein alternierendes magnetisches Feld mit einer Amplitude von 6,5 kA/m und einer Frequenz von 410 kHz für eine erfolgreiche Hyperthermie-Therapie geeignet ist [10]. In diesem Feldbereich erreichen unsere neuentwickelten MNP ein Vielfaches des Wertes der magnetischen Verluste der kommerziellen MNP (Abbildung 2). Eine Verwendung unserer MNP für Hyperthermie-Untersuchungen lässt daher

einen besseren hyperthermischen Effekt gegenüber den kommerziellen Proben erwarten. Diese Hypothese muss noch in Tierexperimenten bestätigt werden.

IV. FERNGESTEUERTE WIRKSTOFF-FREISETZUNG

Die kontrollierte Wirkstoff-Freisetzung im GIT ist ein bedeutendes Teilgebiet der Pharmazie. Das Ziel ist eine zuverlässige und reproduzierbare Freisetzung von pharmazeutischen Substanzen an definierten Stellen des Verdauungssystems. Die üblichen Methoden für eine gezielte Wirkstoff-Freisetzung basieren auf physiologisch gesteuerten Methoden, z.B. die pH-Wert-kontrollierte, die Zeit-kontrollierte, die Enzym-kontrollierte sowie die Druck-kontrollierte Freisetzung [11]. Aufgrund von starken Variationen des physiologischen Verhaltens des GIT bei verschiedenen Patienten bzw. in ein und demselben Patienten zu unterschiedlichen Zeitpunkten kann die Zuverlässigkeit dieser Methoden nicht garantiert werden. Eine Alternative zu den physiologisch getriggerten Methoden stellt die ferngesteuerte Wirkstoff-Freisetzung dar. Bereits existierende Freisetzungskapseln enthalten metallische und/oder toxische Bauteile und benötigen ionisierende Strahlung zur Bestimmung ihrer jeweiligen Position im GIT. Um diese gefährlichen Nachteile zu vermeiden, wurden von uns Kapseln aus nicht-toxischem, biokompatiblem Material entwickelt.

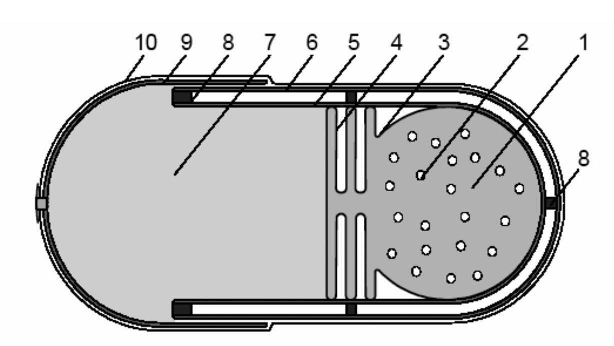
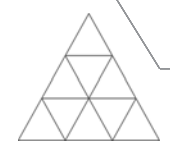


Abbildung 3: Schema der Kapsel zur ferngesteuerten Wirkstoff-Freisetzung. Details, siehe Text.

Unser aktuell untersuchter Freisetzungsmechanismus basiert auf der Ausdehnung eines Faltenbalges innerhalb der Kapsel [12]. Die Ausdehnung dieses Faltenbalges wird durch den Gasdruck einer verdampfenden Flüssigkeit mit niedriger Siedetemperatur (z.B. Ethanol) verursacht [4]. Als Wärmequelle für die Verdampfung werden die Hystereseverluste eines MNP-Pulvers in einem alternierendem Magnetfeld *($H = 100$ kA/m, $f = 3$ kHz)* genutzt.
In Abbildung 3 wird die Kapselkonstruktion näher beschrieben: In einer gewöhnlichen Medikamentenkapsel der Größe 00 aus Hartgelatine (9) wird ein PE-Balg (3) mit einer gefalteten Struktur (4) platziert. Dieser Balg enthält eine Mixtur (1,2) aus 100 mg MNP (γ-Fe_2O_3) und 100 mg Ethanol. Eine Wärmeisolation minimiert die Wärmeleitung aus dem Kapselinneren in die Kapselumgebung (Darmlumen). Diese Isolation wurde als Luft-gefüllte Doppelwandung ausgeführt, die aus einer inneren (5) und äußeren (6) Wand besteht, die durch Wollfäden (8) voneinander getrennt sind. Der Hauptteil des Kapselvolumens dient als Wirkstoff-Container (7). Eine dünne Lackschicht (10) auf der äußeren Kapselwand (6,9) dient als Schutz der Kapsel gegen Auflösung durch Magen- oder Darmflüssigkeit. Unverzüglich nach Einschalten des alternierenden Magnetfeldes wird die Testsubstanz (wässrige Methylenblau- oder NaCl-Lösung) aufgrund der Ausdehnung des Faltenbalges aus gestoßen. Der Hauptteil (> 85 %) des gesamten Containervolumens (~ 0,5 ml) wird



innerhalb der ersten 20 s freigesetzt (Abbildung 4). Diese Messungen wurden gemäß den speziellen Normen der pharmazeutischen Technologie durchgeführt. Die Menge der freigesetzten Methylenblau-Lösung wurde anhand der Extinktion von in festen Intervallen (10 s) dem Freisetzungsgefäß entnommenen Proben bestimmt. Die Bestimmung der Freisetzungsrate der NaCl-Lösung erfolgte durch kontinuierliche Messung der Leitfähigkeit im Freisetzungsgefäß. In einer Serie von Experimenten [12] wurde die Reproduzierbarkeit der Methode bestätigt. Weiterhin ist es möglich, die Kapsel nach der Wirkstoff-Freisetzung im GIT aufzulösen. Auf diese Weise kann das Risiko des Steckenbleibens der Kapsel an einer Stenose im Darm minimiert werden. Die Position der Kapsel im GIT kann mittels einer kleinen dauermagnetischen Kugel innerhalb der Kapsel mit einer speziellen magnetischen Ortungsmethode [13,14] ohne ionisierende Strahlung in Echtzeit bestimmt werden.

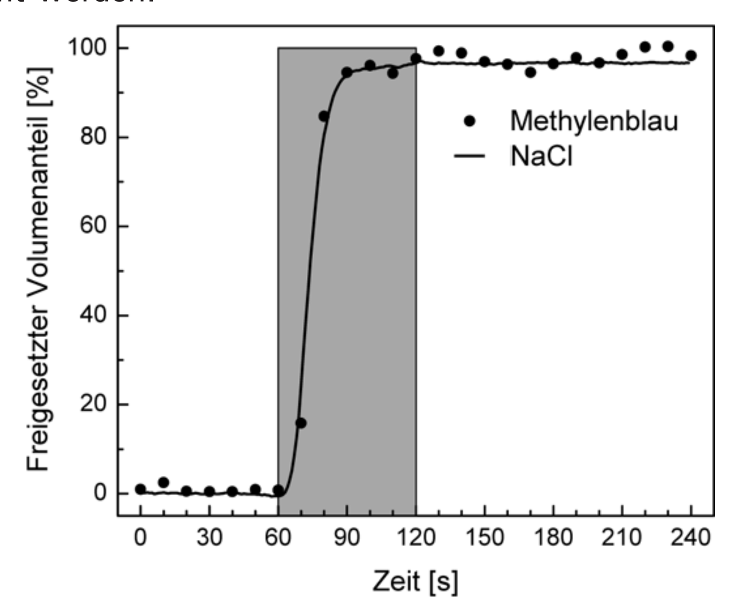
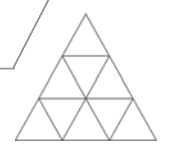


Abbildung 4: Vergleich der Freisetzungsraten einer Methylenblau- und einer NaCl-Lösung als Funktion der Zeit. Der graue Rahmen kennzeichnet die Dauer des einwirkenden alternierenden Magnetfeldes.

Aufgrund technischer und medizinischer Einschränkungen muss die Amplitude des Feldes auf maximal 10 kA/m beschränkt werden. Deshalb sind Absorber mit einer hohen SHL bei kleinen Feldamplituden für diese Anwendung erforderlich. Verschiedene Proben der selbst hergestellten MNP wurden hinsichtlich ihrer Hystereseverluste im PVM untersucht. Diese Charakterisierung zeigte, dass einige Proben der selbst präparierten MNP für die kontrollierte Wirkstoff-Freisetzung bei geringen Feldamplituden gut geeignet sind. Für die beste Probe wurden magnetische Verluste von 0,1 J/kg pro Zyklus bei einer Feldamplitude von 10 kA/m im PVM bestimmt. Wie bereits beschrieben [15], kann die notwendige Zeit für die vollständige Freisetzung berechnet werden. Unter Einhaltung des so genannten Brezovich-Limits [5], kann die Frequenz des Magnetfeldes bei geringen Feldamplituden proportional zur Amplitudenverringerung erhöht werden. Unter der Annahme der Feldparameter $H = 10\ kA/m$ und $f = 100\ kHz$ beträgt die berechnete Freisetzungszeit mit den selbst präparierten MNP etwa 16 s gegenüber etwa 53 s für die besten kommerziellen MNP. Dies bedeutet eine spürbare Beschleunigung des Freisetzungsprozesses.



V. ZUSAMMENFASSUNG

Mit unseren neu entwickelten MNP konnte eine deutliche Steigerung der SHL gegenüber den kommerziellen MNP erreicht werden. Die Eignung der MNP für ausgewählte biomedizinische Anwendungen wurde in vivo (Hyperthermie) [1] sowie in vitro (Wirkstoff-Freisetzung) [3,12] bestätigt. Die SHL einiger selbst präparierter MNP ist deutlich höher als die SHL von sämtlichen untersuchten kommerziellen Proben, jedoch immer noch deutlich geringer als die SHL der bakteriellen Magnetosomen. Mittels CMD-Umhüllung wurden relativ stabile Ferrofluide auf wässriger Basis hergestellt. In weiteren Experimenten wird der Einfluss dieser CMD-Hülle auf das magnetische Verhalten der MNP untersucht. Es kann angenommen werden, dass die magnetischen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen MNP durch diese nicht-magnetische Hülle beeinflusst werden. Das wichtige Ziel, die für die gewünschte Erwärmung notwendige Feldamplitude zu senken, wurde erreicht. Dies bedeutet eine Reduzierung des Geräteaufwandes für erfolgreiche Erwärmungsanwendungen in der Medizin. Für eine weitere Steigerung der magnetischen Verluste werden momentan Experimente durchgeführt, bei denen anhand einer magnetischen Fraktionierung die Teilchengrößenverteilung eingeengt wird.

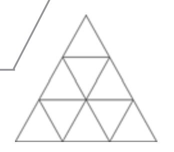
DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich für die Förderung durch die DFG im Rahmen des Schwerpunktprogramms "Kolloidale magnetische Flüssigkeiten" (FKZ: HE 2878/9-2). Wir danken Herrn Prof. Dr. Jörg Töpfer und Frau Julia Mürbe (Fachbereich SciTec, Fachhochschule Jena) für die Unterstützung bei der Partikelpräparation sowie Frau Dr. Christiane Oestreich (Technische Universität Freiberg) für die Anfertigung der TEM-Aufnahmen.

ZITATE

[1] Hilger I, Hergt R, Kaiser WA (2005) Use of magnetic nanoparticle heating in the treatment of breast cancer. IEE Proc Nanobiotechnol 152:33-39.
[2] Gneveckow U, Jordan A, Scholz R, Eckelt L, Maier-Hauff K, Johannsen M, Wust P (2005) Magnetic force nanotherapy: with nanoparticles against cancer. Experiences from three clinical trials. Biomed Tech 50:92-93.
[3] Dutz S, Andrä W, Bierlich J, Danan H, Liebisch S, Bellemann ME (2003) New in-vitro results of remote controlled drug release in the gastrointestinal tract. Biomed Tech 48:206-207.
[4] Andrä W, Bellemann ME, Danan H, Dutz S, Liebisch S, Schmieg R Kapsel zum Freisetzen von in ihr befindlichen Wirkstoffen an definierten Orten in einem Körper. Deutsche Patentanmeldung WO 2006/005287 A2.
[5] Brezovich IA (1988) Low frequency hyperthermia: capacitive and ferromagnetic thermoseed methods. Medical Physics Monograph 16:82-111.
[6] Hergt R, Hiergeist R, Zeisberger M, Schüler D, Heyen U, Hilger I, Kaiser WA (2005) Magnetic properties of bacterial magnetosomes as potential diagnostic and therapeutic tools. J Magn Magn Mater 293:80-86.
[7] Müller R, Steinmetz H, Zeisberger M, Schmidt Ch, Dutz S, Hergt R, Gawalek W (2006) Precipitated iron oxide particles by cyclic growth. Z Phys Chem 220:51-57.
[8] Hergt R, Hiergeist R, Hilger I, Kaiser WA, Lapatnikov Y, Margel S, Richter U (2004) Maghemite nanoparticles with very high AC-losses for application in RF-magnetic hyperthermia. J Magn Magn Mater 270:345-357.

[9] Hergt R, Hiergeist R, Zeisberger M, Glöckl G, Weitschies W, Ramirez LP, Hilger I, Kaiser WA (2004) Enhancement of AC-losses of magnetic nanoparticles for heating applications. J Magn Magn Mater 280:358-368.
[10] Hilger I, Andrä W, Hergt R, Hiergeist R, Schubert H, Kaiser WA (2001) Electromagnetic heating of breast tumors in interventional radiology: In vitro and in vivo studies in human cadavers and mice. Radiology 218:570-575.
[11] Leopold CS (2001) A practical approach in the design of colon-specific drug delivery systems. In: Molema G, and Meijer D K F (Eds.) Drug Targeting: Organ-Specific Strategies. Wiley-VCH, Weinheim / New York / Chichester / Brisbane / Singapore / Toronto pp 157-170.
[12] Dutz S, Andrä W, Danan H, Leopold CS, Werner C, Steinke F, Bellemann ME (2005) Remote controlled drug delivery to the gastrointestinal tract: investigation of release profiles. Biomed Tech 50:601-602.
[13] Andrä W, Danan H, Kirmße W, Kramer HH, Saupe P, Schmieg R, Bellemann ME (2000) A novel method for real-time magnetic marker monitoring in the gastrointestinal tract. Phys Med Biol 45:3081-3093.
[14] Andrä W, Danan H, Eitner K, Hocke M, Kramer HH, Parusel H, Saupe P, Werner C, Bellemann ME (2005) A novel magnetic method for examination of bowel motility. Med Phys 32:2942-2944.
[15] Dutz S, Andrä W, Hergt R, Müller R, Mürbe J, Töpfer J, Werner C, Bellemann ME (2005) Magnetic nanoparticles for remote controlled drug delivery to the gastrointestinal tract. Biomed Tech 50:1555-1556.



M. Schröder / U. H. P. Fischer

Untersuchung der Absorptionslinien eines Kr - Ne - Gemischs als Wellenlängenstandards für optische Kommunikationssysteme im Bereich 1270 nm – 1640 nm

Michael Schröder, Tel.: (03943) 659-340, Fax: (03943) 659-399, E-Mail: mschroed@web.de, Hochschule Harz, Friedrichstraße 57-59, 38855 Wernigerode

a. Einleitung

Atom- und Molekülabsorptionslinien werden in weiten Bereichen der Optik als Wellenlängenkalibrationsreferenzen eingesetzt, da diese selbst unter schwankenden Umgebungsbedingungen höchst stabile Frequenznormale bilden. Moleküle wie Acetylen und Hydrogenzyanid haben sehr schmalbandige Absorptionen im Bereich von 1500 nm [1, 2, 3, 4]. Diese Übergänge können leicht direkt durch Absorptionsspektroskopie nachgewiesen werden. Atomare Übergänge von Edelgasen im Bereich von 1300-1700 nm sind im allgemeinen nicht direkt nachweisbar, da es sich um Übergänge zwischen angeregten Zuständen des Atoms handelt. Üblicherweise werden diese Anregungszustände mit Hilfe von Laseranregung oder durch eine elektrische Gasentladung hergestellt. Eine einzige Gaslaser-Referenzlinie vom HeNe-Laser bei 1523 nm ist nutzbar. Weitere atomare oder molekulare Referenzen können nur mit Frequenzverdopplung des Lichtes von z.B. Rubidium von 1560 nm auf 780 nm erreicht werden, was nur mit sehr hohem apparativen Aufwand realisierbar ist [5]. Mit dem Cäsium-Standard [6] steht international eine Quelle mit einer Genauigkeit von $1{,}5 \times 10^{-14}$ zur Verfügung. Ausgehend davon soll eine Klasse von Referenzlasern im optischen Kommunikationstechnikbereich aufgebaut werden. Diese tragbaren Laborstandards [7] mit einer Frequenzgenauigkeit von 10^{-9} (0,2 MHz bei 200 THz, 1500 nm) sollen ein wichtiges Bindeglied zwischen den nichtportablen Referenzlasern und dem ungenaueren Feldequipment darstellen. Der Abstand zwischen zwei Referenzfrequenzen sollte 20 nm nicht überschreiten, um genügend geringen Abstand zwischen zwei Kalibrierpunkten eines Spektrometers zu ermöglichen. Diese Laborstandards machen jedoch eine aufwändige Elektronik und Strahlführung notwendig, um die Dopplerverbreiterung der natürlichen Linienbreite der benutzten Absorptionen zu umgehen [8, 9].

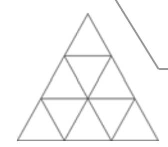
b. Versuchsaufbau

Abb. 1 stellt den Messplatz mit den verwendeten Geräten dar. Der von der Laserquelle (4) gelieferte Laserstrahl wird vom Chopper (7) intensitätsmoduliert. Das Steuergerät des Choppers (3) ist mit einem phasensensitiven Lock-In-Verstärker (2) verbunden, der die Veränderung der elektrischen Spannung in der Galvatron-Röhre (6), Spannungsversorgung (1) detektiert, da das Signal durch den Entladungsstrom sehr verrauscht ist. Mit dem Wavemeter (5) wird gleichzeitig die Wellenlänge mit einer Genauigkeit von 3×10^{-13} bestimmt. In der Galvatron-Röhre sind die Isotope von Krypton in folgenden Anteilen enthalten (Tab. 1). Außerdem enthält sie als Füllgas Neon, die Kathode besteht aus Eisen.

Isotop	^{78}Kr	^{80}Kr	^{82}Kr	^{83}Kr	^{84}Kr	^{86}Kr
Anteil [%]	0,35	2,28	11,59	11,49	57,00	17,30

Tab. 1: Isotopenanteile von Krypton [10]

Bei der Untersuchung der Temperaturabhängigkeit wurde die Galvatron-Röhre in einem Klimaschrank platziert.



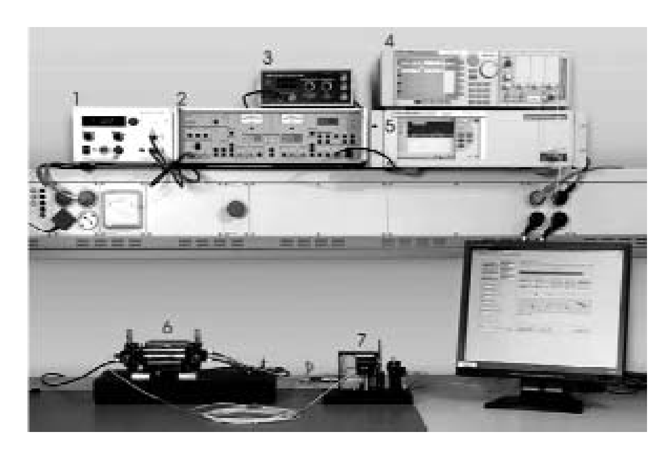


Abb. 1: Versuchsaufbau

Abb. 2 zeigt den schematischen Aufbau und die Verbindungen zwischen den verwendeten Geräten. Dabei wurden alle Geräte über deren GPIB-Schnittstelle von einem LabVIEW Programm gesteuert, das die Wellenlänge der Laserquelle von einem Startwert zu einem Endwert mit einer festgelegten Schrittweite erhöht. Dabei wird die Intensität am Lock-In-Verstärker und die Wellenlänge am Wavemeter eingelesen und in einer Datei abgespeichert. Da der Wellenlängenbereich nicht von einer Laserquelle abgedeckt werden konnte, wurden 3 verschiedene Quellen mit folgenden Bereichen a) 1270-1375 nm, b) 1370-1480 nm und c) 1440-1640 nm verwendet.

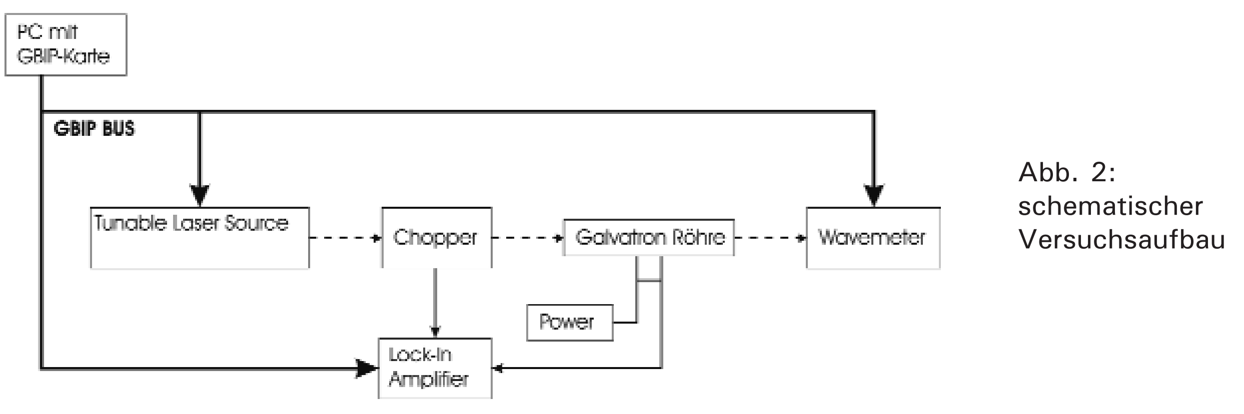


Abb. 2: schematischer Versuchsaufbau

In Abb. 3 wird die Messstrecke von der Laserquelle, über den Chopper, die Galvatron-Röhre bis zum Wavemeter dargestellt. Bei den Versuchen wird die Laserquelle mit einer Ausgangsleistung von 10 dBm betrieben, wovon durch Verluste an Steckern und vor allem am Chopper und der Galvatron-Röhre noch −21 dBm am Wavemeter ankommen.

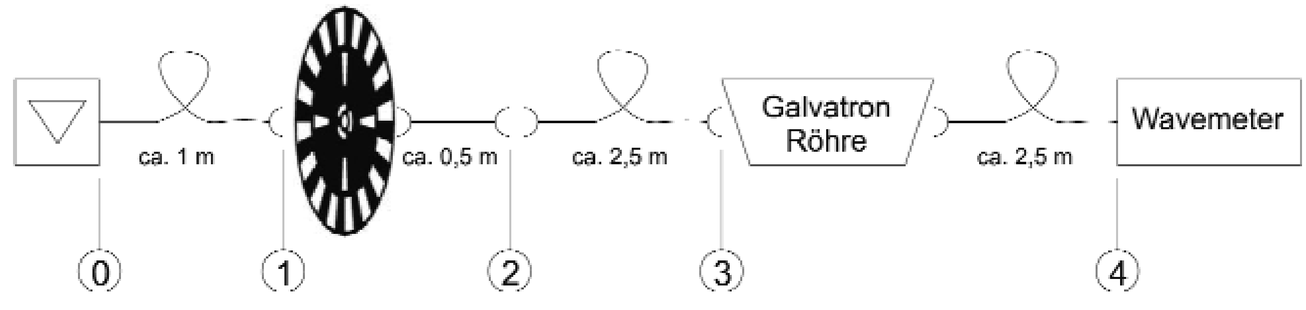
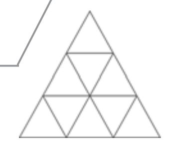


Abb. 3: Messstrecke



c. Ergebnisse

Zunächst wurden die Absorptionslinien von Krypton und Neon im Bereich von 1270-1640 nm vermessen. Unseres Wissens ist dies die erste zusammenhängende Messung und Darstellung dieses für optische Kommunikationssysteme interessanten Wellenlängenbereichs. In Abb. 4 finden sich die durchgehend nummerierten Absorptionslinien der Galvatron-Röhre in den Bereichen der Laserquellen.

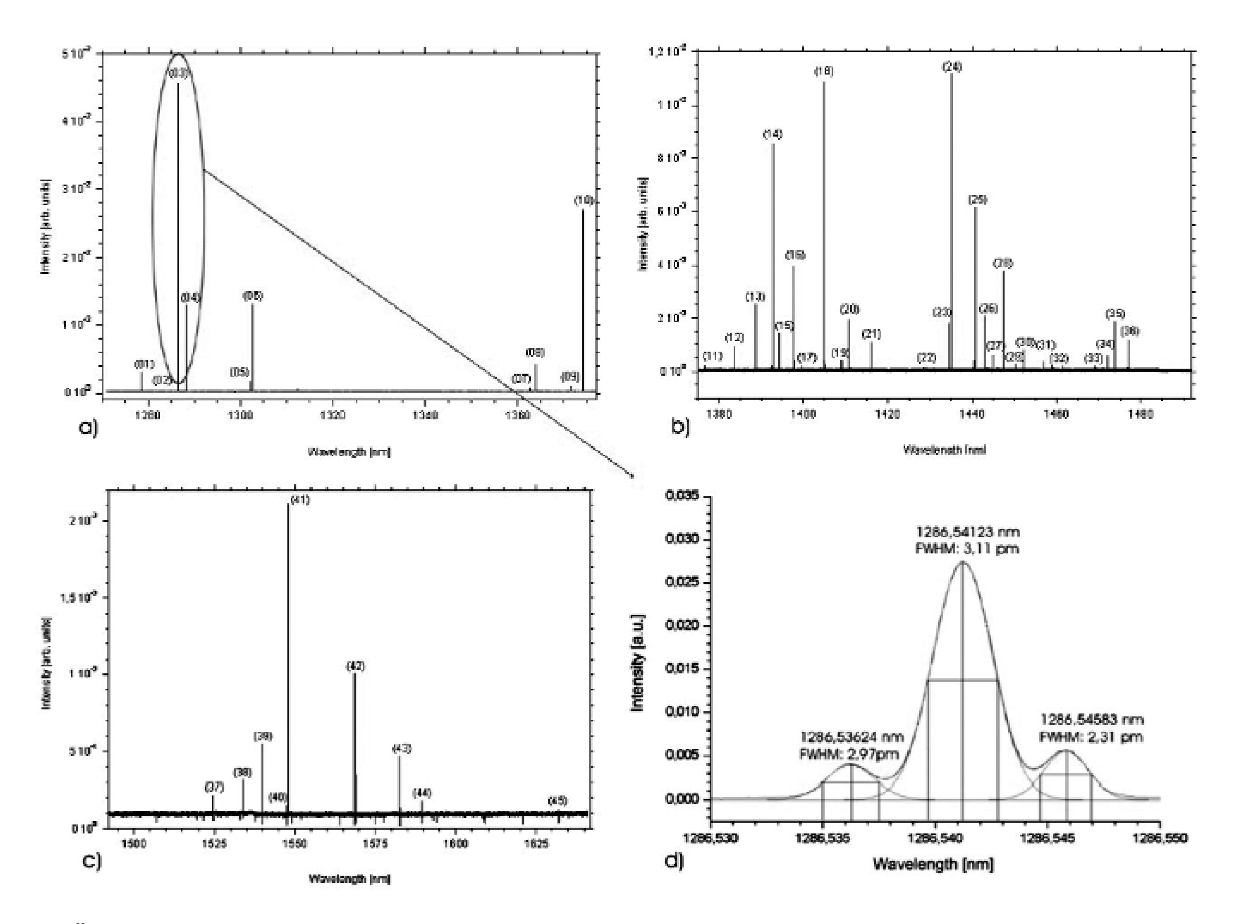


Abb. 4: Übersicht der Absorptionslinien und Darstellung der Kr-Linie 1286,54123 nm bei 10 °C

Anzumerken ist, dass auch Linien von Neon (z.B. Linie 01), Eisen (z.B. Linie 27) und Kohlenstoff (z.B. Linie 15) gemessen wurden. Diese wurden mit Hilfe der Datenbank des NIST bestimmt [11]. Anschließend wurde an ausgewählten Linien (1286,54123 nm {Linie 03}, 1374,26111 nm {Linie 10} und 1547,82593 nm {Linie 41}) der Einfluss der Temperatur auf die Drift des Intensitätsmaximums untersucht. Exemplarisch sind hier die Ergebnisse der Krypton-Absorptionslinie bei 1286,54 nm dargestellt (Abb. 4d). Das Bild zeigt die Überlagerung von drei Isotopen von Krypton und den Gauß-Fit der drei einzelnen Linien. Die sich ergebenden Abweichungen der Wellenlängen von den in der Literatur [12] angegebenen sind auf die Messgenauigkeit des Wavemeters zurückzuführen. Bei den Untersuchungen konnte keine Drift des Hauptmaximums in Abhängigkeit von der Temperatur festgestellt werden (siehe Tab. 2). Auch die Halbwertsbreite des Hauptmaximums bleibt nahezu konstant. Bei den Nebenmaxima war bei steigender Temperatur eine leichte Verbreiterung zu verzeichnen.

T [°C]	λ_1 [nm]	FWHM1 [pm]	λ_2 [nm]	FWHM2 [pm]	λ_3 [nm]	FWHM3 [pm]
10	1286,53624	2,52	1286,54123	3,11	1286,54583	2,31
20	1286,53619	2,56	1286,54121	3,24	1286,54584	2,33
30	1286,53621	2,58	1286,54120	3,11	1286,54581	2,34
40	1286,53621	2,63	1286,54121	3,12	1286,54582	2,34
50	1286,53623	2,73	1286,54122	3,12	1286,54583	2,45

Tab. 2: Werte der Linien bei 1286,54106 nm bei verschiedenen Temperaturen

d. Zusammenfassung

Erstmals wurden sämtliche Absorptionslinien eines Krypton-Neon-Gemischs im Bereich von 1270-1640 nm vermessen und dargestellt. Bei den von uns vermessenen Absorptionslinien sind generell kaum Abweichungen zu den in der Literatur angegebenen aufgetreten. Die größten Abweichungen lagen bei ±0,5 pm, welche bereits durch die Messgenauigkeit des Wavemeters teilweise zu erklären sind. Die stärkeren Linien liegen jeweils zwischen 5 und 30 nm auseinander. Damit wäre die Erstellung eines Frequenzrasters als Wellenlängen-standard für optische Kommunikationssysteme möglich. Da die Absorptionslinien nicht von der Temperatur abhängig sind, erscheint die Verwendung einer mit Krypton gefüllten Galvatron-Röhre als Frequenzreferenz für optische Netzwerke sinnvoll.

e. Referenzen

[1] Gilbert, S. / Swann, W.C.: Acetylene 12C2H2 Absorption Reference for 1510 nm to 1540 nm Wavelength Calibration - SRM 2517a; 2001

[2] Gilbert, S. / Swann, W.C.: Pressure-induced shift and broadening of 1510–1540-nm acetylene wavelength calibration lines; Journal of the Optical Society of America, Vol. 17, No. 7; 2000

[3] Gilbert, S. / Swann, W.C. / Wang, C.-M.: Hydrogen Cyanide H13C14N Absorption - Reference for 1530 nm to 1565 nm - Wavelength Calibration – SRM 2519a; 2005

[4] Gilbert, S. / Swann, W.C. / Wang, C.-M.: Line centers, pressure shift, and pressure broadening of 1530–1560 nm hydrogen cyanide wavelength calibration lines; Journal of the Optical Society of America, Vol. 22, No. 8; 2005

[5] Têtu et al.: An absolute frequency reference at 192.6 THz (1556 nm) based on a two-photon absorbtion line of Rubidium at 778 nm for WDM communication systems; IEE Photonics Technology Letters, Vol. 9, No 12, p. 1631-1633; 1997

[6] PTB: http://www.ptb.de/de/publikationen/download/zeit_dt.pdf

[7] Fischer, U. H. P. / v. Helmolt:, C. „Engineered Rack Mounted Optical Reference Unit at 1547.825 nm“ Photonics Technology Letters, Vol. 6, No. 11, pp 1383-85; 1994

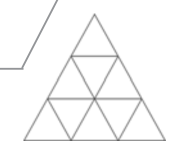
[8] Eberlein, D.: DWDM: Dichtes Wellenlängenmultiplex; Dr. M. Siebert GmbH, Berlin; 2003

[9] Voges, E. / Petermann, K. (Hrsg.): Optische Kommunikationstechnik-Handbuch für Wissenschaft und Industrie; Springer-Verlag, Berlin; 2002

[10] URL: http://www..com/webelements/elements/text/Kr/isot.htmlwebelements

[11] NIST: http://www.physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html

[12] Kaufmann, V. / Humphreys, C.J.: Accurate Energy Levels and Caslculated Wavelengths of 86Kr I; Journal of the Optical Society of America, Vol. 59, No. 12; 1969 Seite 5



K. Uhlig / Y. Münch / E. Chrzumnicka / J. Inwersen / Th. Vogt / A. H. Foitzik

Elektronische Speckle Pattern Interferometrie für die Biosystemtechnik

Yvonne Münch, Tel.: (03375) 508-407, E-Mail: ymuench@tfh-wildau.de, Technische Fachhochschule Wildau, Fachbereich Biosystemtechnik/Bioinformatik, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

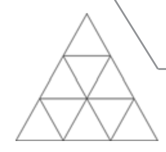
Einleitung

Die Elektronischen Speckle Pattern Interferometrie ist eine weit verbreitete Messmethode im Maschinenbau und seinen artverwandten Disziplinen (Fahrzeugtechnik, Luftfahrttechnik, Werkstofftechnik, u.a). Für ihre Anwendung muss eine zu untersuchende Oberfläche bei der Bestrahlung mit monochromatischem kohärentem Licht ein sog. Speckle Muster aufweisen. Darunter versteht man das "körnige" Aussehen bestrahlter Flächen, in denen der Betrachter helle und dunkle "Flecken" (engl. "speckle") wahrnimmt, die sich bei Bewegung von Objekt, Beleuchtung oder Betrachter zu bewegen und subjektiv zu "flirren" scheinen. In der Literatur wird immer wieder zitiert, dass für das Auftreten von "speckles" eine Mindestrauhigkeit in der Größenordnung der Wellenlänge des Lichts erforderlich ist. Untersuchungen in den letzten Jahren haben allerdings gezeigt, dass auch bei Rauhigkeiten von unter 100 nm die quantitative Untersuchung von Deformationen mittels ESPI möglich ist, selbst bei dynamischer Anregung des Messobjekts. Daraus ergab sich die Fragestellung, ob die ESPI auch bei höchsten Vergrößerungen und bei völlig glatten Proben möglich ist, also bei Proben, die überhaupt keine Rauhigkeit im klassischen Sinne aufweisen. Dies würde eine Anwendung der ESPI auf mikroskopisch kleine Proben aus den Life Sciences wie z.B. biologischen Zellen, Zellkernen etc. ermöglichen, die zum einen weder rau sind noch aufgeraut werden können und die darüber hinaus während der Untersuchung außerdem in flüssigen Medien verbleiben müssen, will man sie "in-vivo", also unter biologischen Realbedingungen, beobachten.

In diesem Beitrag, stellen wir erste Ergebnisse einer ESPI an glatten flüssigen Proben bei höchsten Vergrößerungen vor und stellen statische sowie dynamische Messungen vor.

Experimentelle Ergebnisse

Untersuchungsobjekte waren Wassertröpfchen auf Glasplatten, Glycerintröpfchen auf Glasplatten, Glycerintröpfchen in Öl sowie rote Blutkörperchen in menschlichem. Die Durchmesser der Tröpfchen lag im Bereich von einigen μm bis ca. 500 μm. Wässrige Proben wurden während des Verdampfens untersucht. Die Proben mit Glycerintröpfchen wurden mittels eines Piezoaktors in Schwingung versetzt und dadurch das Schwingverhalten der Tröpfchen dynamisch untersucht. Die roten Blutkörperchen wurden auf einem euzentrischen Kipptisch aus der Normallage gebracht und dadurch eine Substratverformung simuliert oder der Referenzstrahl wurde verkippt. Für die ESPI wurde ein unikaler Messaufbau entwickelt, der die Untersuchung biologischer Proben bei geeigneten Vergrößerungen ermöglicht. Die Auswertung der Messergebnisse wurde mittels der Steinbichler Software Frames5 durchgeführt. Haucht man eine Glasoberfläche an, die zuvor mittels eines Ölfilms hydrophobiert wurde, so bilden sich mikroskopisch kleine Wassertröpfchen, die unmittelbar darauf wieder verdunsten. Dieser Verdunstungsprozess kann mittels ESPI sichtbar gemacht werden. Zu Beginn des Verdunstungsprozesses sind noch viele extrem kleine Tröpfchen erkennbar, gegen Ende des Experiments nur noch die größeren. Die kleinsten sichtbaren Tröpfchen haben einen Durchmesser von ca. 1 μm, Streifen im Phasenbild kann man in Tröpfchen bis zu einer Größenordnung von ca. 2-3 μm beobachten. Dieses Experiment zeigt sehr deutlich, dass



die ESPI auch für Proben aus dem Life-Science Bereich in Größenordnungen bis fast an der optischen Auflösungsgrenze möglich ist.

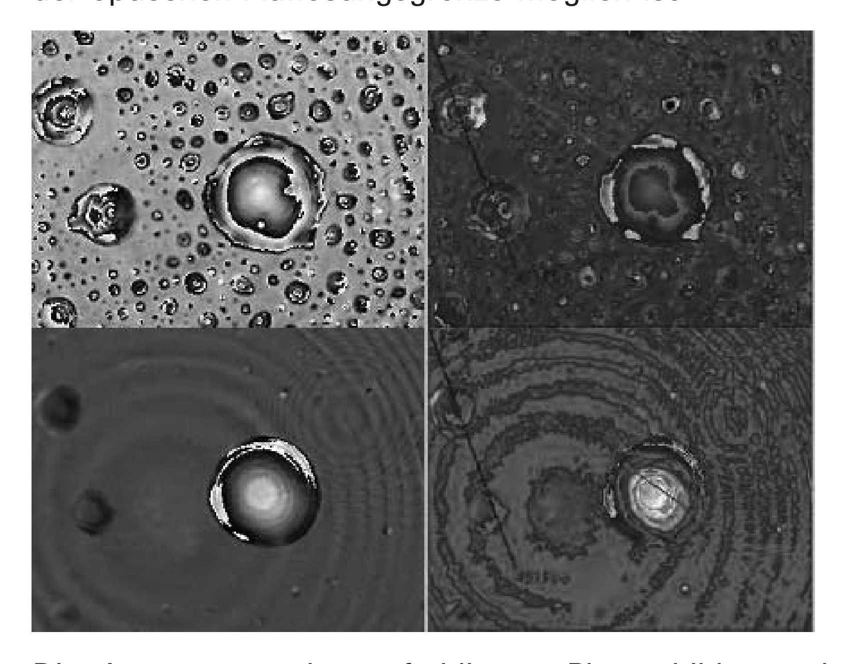
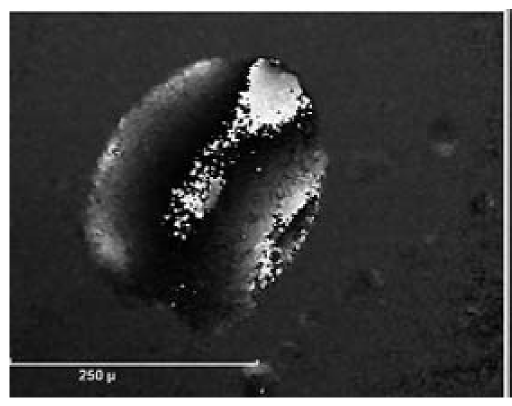


Abb. 1:
Verdunstung von Wassertröpfchen auf einer Glasoberfläche. Das Bildfeld ist $50\mu*33\mu$, das größte Tröpfchen hat einen sichtbaren Durchmesser von ca. 15 µm. Links jeweils Phasenbild, rechts jeweils aufaddiertes, demoduliertes Phasenbild,
obere Bildreihe: $t = t_0$,
untere Bildreihe: $t = t_1 > t_0$

Die Auswertung des aufaddierten Phasenbilds ergab für das größte Tröpfchen eine gesamte Dickenänderung von ca. 0,25 µm. Beobachtet wird nicht die Tröpfchenoberfläche. Die Speckle kommen von der Unterlage und die direkten Änderungen, die gemessen werden sind Wegunterschiede des Lichtes in der sich blähenden Lösung abzüglich des Weges in der verdrängten Luft, also entsprechend der Differenz der Brechungsindizes der Medien. Die Software liefert als Resultat eine Weglänge auf der Annahme, dass diese in Luft erfolgte. Isolierte Glycerin-Tröpfchen auf Glasoberflächen konnten mittels hydrophobierter Piezoaktoren dynamisch erregt werden (Abb. 2). Bei typischen Eigenfrequenzen der Tröpfchen wurde ihr Eigenschwingverhalten bestimmt. Die Eigenfrequenzen waren relativ scharf im physikalischen Sinne, auf ca. 0,1 kHz genau bei einer gemessenen Eigenfrequenz von z.B. 30 kHz bis 100 kHz. Außerhalb dieser Resonanzfrequenz verschwanden die Eigenschwingungen. Ein Beispiel für das Schwingverhalten zeigt Abb. 2 für ein Glycerintröpfchen von ca. 200 µm Durchmesser, das bei einer Frequenz von 56 kHz zu Schwingungen angeregt wurde.



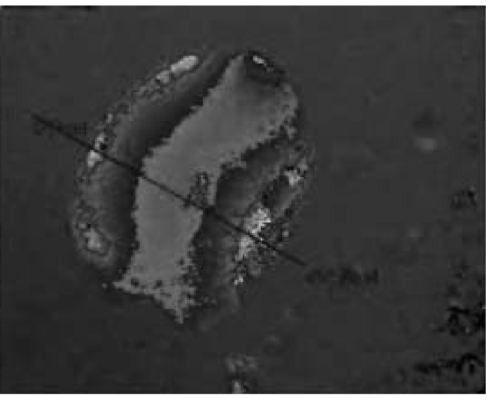
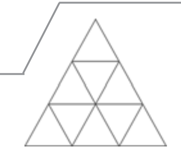


Abb. 2:
Isoliertes Glycerintröpfchen auf einer Glasplatte, angeregt bei 56 kHz. Phasenbild (links) und aufaddiertes Phasenbild (rechts).



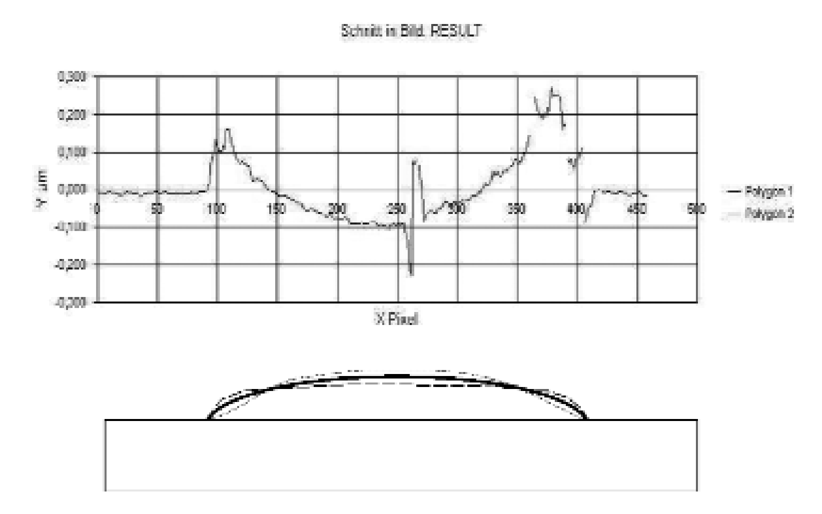


Abb. 3: Oben: Auswertung von Abb. 2, Details siehe Text.
Unten: Modell für das Schwingverhalten des Glycerintröpfchens. Das Tröpfchen (dicke Linie in der Mittellage) schwingt bei 56 kHz an den Rändern und in der Mitte. Zwei Momentaufnahmen der Schwingung zeigen die beiden gestrichelten Linien. Die grob gestrichelte Linie entspricht dem Messergebnis, d.h. an den Rändern ist die Oberfläche gegenüber dem nicht schwingenden Tröpfchen erhöht, in der Mitte erniedrigt, eine halbe Schwingperiode später würde das umgekehrte Verhalten gemessen, d. h. das Messergebnis für die dünne gestrichelte Linie.

Die Auswertung von Abb. 2 zeigt die Schwingform des Tröpfchens (Abb. 3). Das Referenzbild ist das nicht angeregte Tröpfchen. Die Schwingform stellt eine Momentaufnahme einer stehenden Welle dar, die mittels ESPI aufgenommen wurde. Am Rand ist die Oberfläche erhöht, in der Mitte erniedrigt, dies entspricht den sog. "Bäuchen" der stehenden Welle, die maximale Auslenkung beträgt ca. 100 - 200 nm. Bei der Entfernungsangabe von ca. 150 Pixel und ca. 320 Pixel ist die Oberfläche gegenüber dem Referenzbild unverändert, dies entspricht den “Knoten” der stehenden Welle. Die Abweichungen von der idealisierten Sinusform ist bedingt durch a) die Form des Glycerintröpfchens (dünn am Rand, dick in der Mitte) und b) die Messungenauigkeit bei der ESPI Messung durch die transparenten Proben. Ein Modell für das Schwingverhalten zeigt die Prinzipskizze in Abb. 4. Kleinste Verformungen wurden durch eine quasistatische Anregung erreicht, indem Glycerintröpfchen von der Seite mit Luft angeblasen wurden (Abb. 5). Auch sehr kleine Verformungen wie in Abb. 5 von ca. 20 nm konnten problemlos nachgewiesen werden.

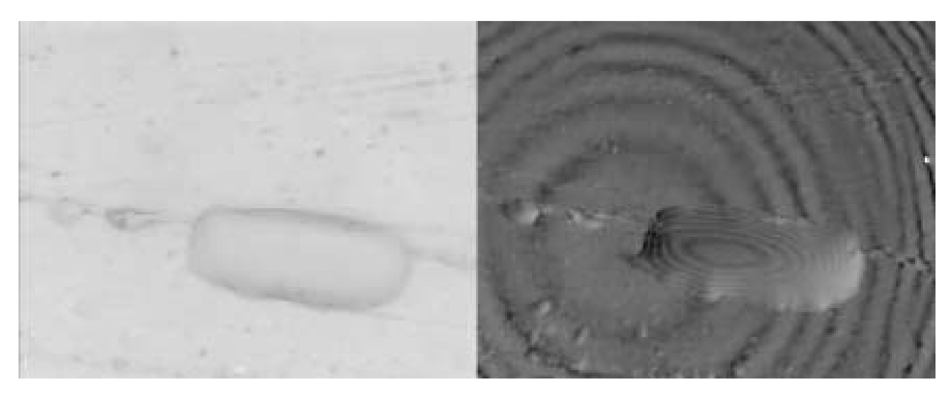
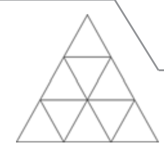
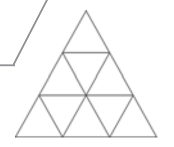


Abb. 5: Isoliertes Glycerintröpfchen auf einer Glasplatte, seitlich angeblasen. Videobild (links) und Phasenbild (rechts).



Zusammenfassung und Ausblick

ESPI ist auch für mikroskopisch kleine Proben aus dem Bereich der Life Sciences möglich. Die laterale Auflösung liegt nur geringfügig über der durch die Wellenlänge bedingten physikalischen Auflösung. Damit kommt die ESPI in Betracht, um direkt Details der Zelle zu beobachten und damit messtechnischen Zugang zu mikrostrukturellen Verformungen lebender Zellen zu erreichen.



U. Jauernig / S. Schröter / J. Bliedtner

Optische Lithographie zur Erzeugung von diffraktiven Elementen in Resistfilmen auf Lichtleitfasern

Uta Jauernig, Tel.: (03641) 205440, E-Mail: Uta.Jauernig@fh-jena.de, Fachhochschule Jena, Fachbereich SciTec, Carl-Zeiss-Promenade 2, 07745 Jena

Einleitung
Lichtleitfasern (LLF) finden auch außerhalb der Telekommunikationstechnik vielfältige Anwendungen. Zu nennen sind unter anderem Faserlaser, die faseroptische Sensorik und die Übertragung von hohen Lichtleistungen für Materialbearbeitung und Laserdisplaytechnologien. Durch die Realisierung von mikrooptischen Komponenten direkt auf den Stirn- bzw. geeignet präparierten Seitenflächen der LLF kann deren Funktionalität wesentlich erweitert werden. Die Funktionsflächen von Lichtleitfasern stellen aufgrund ihrer geringen lateralen Abmessungen allerdings hohe Anforderungen an die erforderlichen Aufbau- und Lithographietechniken. Im vorliegenden Beitrag werden in geeignet auf die LLF aufgebrachte Photoresistschichten mittels optischer Lithographie ein- und zweidimensionale Gitter strukturiert und als funktionelle Komponenten genutzt.

Design von Gitterkomponenten auf LLF

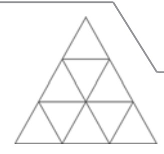
In Abhängigkeit von den Strukturparametern können Stirnflächengitter beispielsweise zur Aufspaltung der austretenden Strahlung in mehrere Teilbündel oder in Form von nicht beugenden Subwellenlängen-Gittern zur Reflexionsminderung oder Polarisationssteuerung genutzt werden. Für seitlich bis in Kernnähe anpolierte oder D-förmig gestaltete Fasern kann beispielsweise eine seitliche Strahleinkopplung realisiert werden.

Optische Lithographie-Systeme

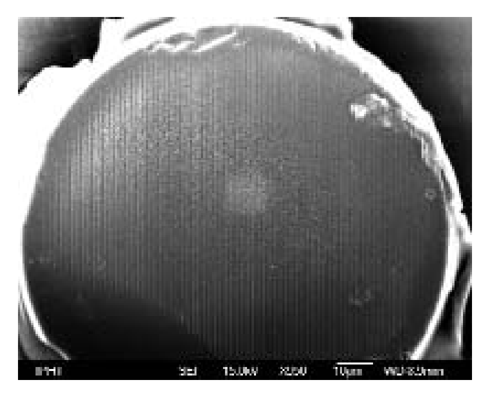
Bei der direkt schreibenden Laserlithographie (direct writing laser lithography, DWL) kommt ein HeCd-Laser zur Anwendung, der bei einer Wellenlänge von 442nm emittiert. Die kleinste reproduzierbar erzeugbare Periode beträgt für dieses System $\Lambda = 1600$nm, wobei ein Photoresist mit einer Brechzahl von 1,62 für die Wellenlänge 633nm strukturiert wird. Ein Excimerlaser wird zur Belichtung bei der DUV Interferenzlithographie eingesetzt. Bei einer Belichtungswellenlänge von 248nm liegt der Bereich der herstellbaren Gitterperioden beim verwendeten System zwischen 280 und 800nm. Dabei wird ein für die Elektronenstrahllithographie optimierter Lack mit einer Brechzahl von 1,6 bei der Wellenlänge 633nm strukturiert.

Herstellung und Charakterisierung funktioneller Gitter

Die mittels Schleuderbelackung auf die LLF aufgetragenen Resistfilme müssen für die herzustellenden Strukturen eine Dicke zwischen 300 und 500nm aufweisen. Für die DWL-Belichtungen kommt der Resist AZ-1514H zum Einsatz, der in den Verdünnungen 10% bei 2000rpm bzw. 18% bei 3000rpm aufgetragen wird. Die optimale Belichtungsdosis beträgt 550mJ/cm². Zur Herstellung der Strukturen mittels DUV Interferenzlithographie wird der Resist AR-P610 verwendet. Der Auftrag erfolgt bei 3500rpm für die Schichtdicke 300nm. Die Belichtung erfolgt mit 250 Pulsen bei einer Belichtungsdosis von 0,1mJ/cm² pro Laserpuls.



Im Versuch können die auftretenden Beugungsordnungen anhand der aus der LLF austretenden Strahlung nachgewiesen werden. Dazu wird die austretende Strahlung auf einem weißen Papier aufgefangen und fotografiert. Für die ungebeugt transmittierte Ordnung kommt es dabei oft zu einer Überbelichtung. Dies ist erforderlich, um die mit geringer Intensität auftretenden höheren Ordnungen sichtbar zu machen.
In Bild 1 ist ein mittels DWL erzeugtes Gitter dargestellt. Es ist bereits anhand der Übersichtsaufnahme deutlich, dass sich ein homogener Lackfilm über der Faserstirnfläche ausgebildet hat. Jedoch zeigt sich im rechten Bild, dass die Lackdicke von den Zielparametern abweicht. Die Stege weisen nur eine Höhe von ca. 150nm auf und weicht damit von dem nach entsprechenden Simulationen für eine 1 auf 3-Strahlteilung (ungebeugt transmittierte und ±1. Beugungsordnung sind gleich groß) optimalen Wert von 300nm ab.



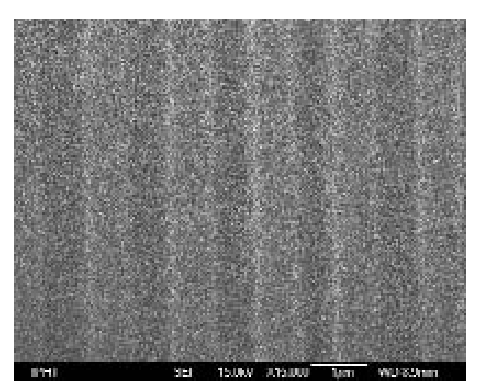


Bild 1: REM-Aufnahme Strukturierung am Laserbelichter auf Faser mit Kerndurchmesser 9μm, Gitterperiode 1600nm, Lackdicke 300nm, Gittertiefe ca. 100nm, Füllfaktor 0,57; Übersicht (links), Ausschnitt (rechts)

Die ±1.Ordnung tritt mit 13,8 bzw. 11,3% der ungebeugten Ordnung auf. Die Effizienzen der bei 633 und 442nm auftretenden ±2. und ±3.Ordnung sind vernachlässigbar klein, jedoch im Beugungsbild eindeutig nachweisbar.

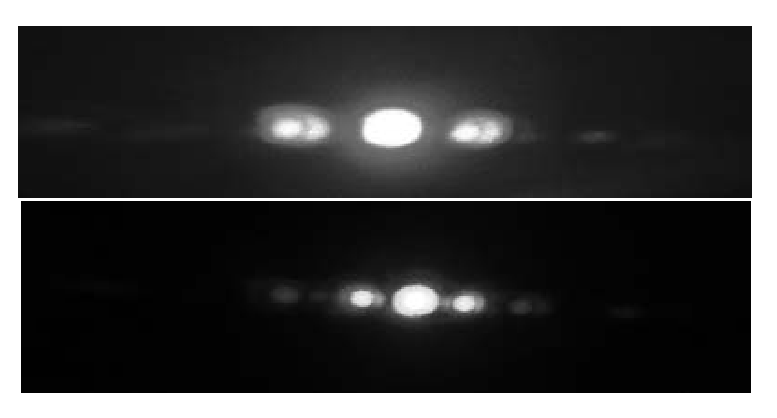
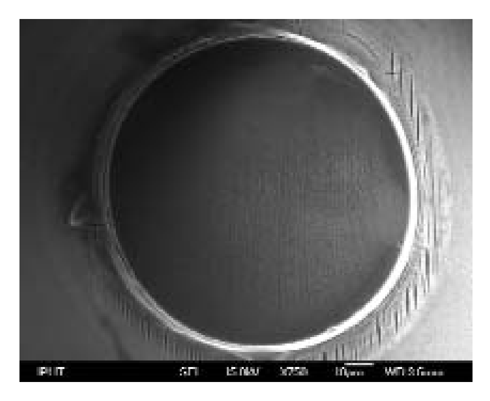


Bild 2:
Beugungsbild an mit Laserbelichter strukturierter Faser mit Kerndurchmesser 9μm, Gitterperiode 1600nm, Lackdicke 300nm, Gittertiefe 100nm, Füllfaktor 0,57; bei 633nm (oben) und 442nm (unten)

Ein Strukturierungsbeispiel für die DUV Interferenzlithographie zeigt Bild 3. Bei der Gittertiefe von 200nm ergeben sich Beugungseffizienzen von 9,5 bzw. 10,4% für 633nm bzw. 442nm. Die Belichtungsdosis betrug 25mJ/cm² (250 Pulse).



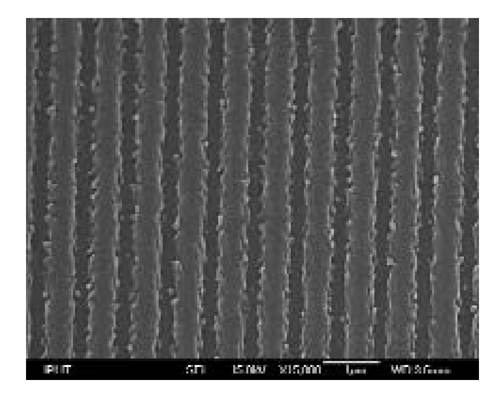


Bild 3: Strukturierung Stirnfläche LLF (Kerndurchmesser 9µm) mit Interferenzbelichter Periode 800nm, Lackdicke 300nm, Gittertiefe 200nm, Füllfaktor 0,64; Übersicht (links) und Ausschnitt im Kernbereich (rechts)

Aufgrund des Kerndurchmessers von 9µm ist die LLF nicht monomodig, wodurch sich die Strukturierung der Beugungsbilder in Bild 4 erklärt.

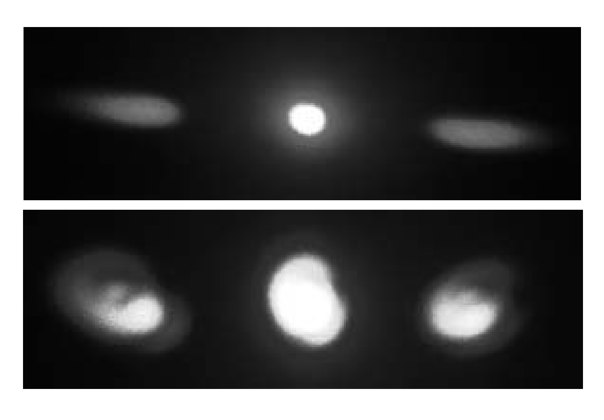
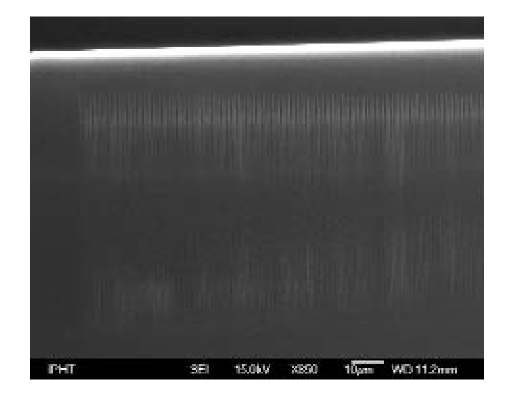


Bild 4:
Beugungsbild an mit Interferenzbelichter strukturierter Faser mit Kerndurchmesser 9µm, Gitterperiode 800nm, Lackdicke 300nm, Gittertiefe 200nm, Füllfaktor 0,64; bei 633nm (links) und 442nm (rechts)

Ein Beispiel für an D-Fasern durchgeführte Strukturierungen mittels DWL zeigt Bild 5. Erkennbar ist hier eine ungleichmäßige Strukturierung quer zur Faser. Da die D-Fläche nicht absolut plan ausgebildet ist, ist bei der geringen Schärfentiefe des Laserbelichters hinsichtlich des Tastverhältnisses und der Gittertiefe keine über die gesamte D-Fläche gleichmäßige Strukturerzeugung möglich.



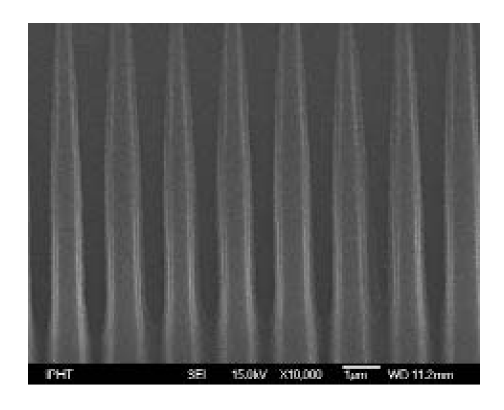
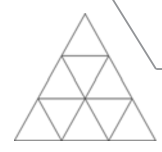
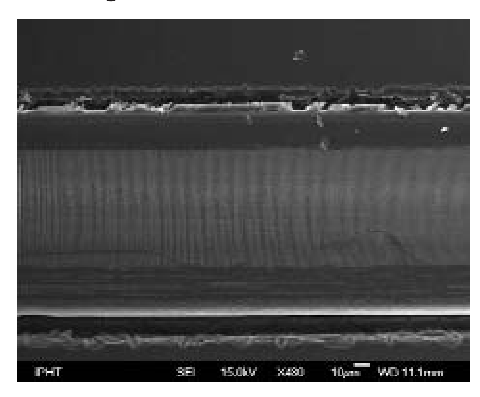


Bild 5: Strukturierung D-Faser mit Laserbelichter, Gitterperiode 1600nm, Lackdicke 300nm, Füllfaktor 0,5; Übersicht (links) und Rand (rechts)



In den Randbereichen ist der Lack durchstrukturiert, zur Mitte hin nimmt die Strukturtiefe aufgrund auftretender Defokussierung ab. Es wird jedoch eine optimale Strukturierung auf dem mittleren Bereich der D-Fläche angestrebt. Da am DWL66 die Fokuslage variiert werden kann, ist eine Optimierung der Strukturierung diesbezüglich jedoch möglich.
Im Rahmen der Untersuchungen wurden ebenfalls Strukturierungen an D-Flächen mittels Interferenzbelichter durchgeführt. Die Gitterperiode beträgt 280nm. In Bild 6 zeigt sich der Vorteil der größeren Schärfentiefe dieses Systems.



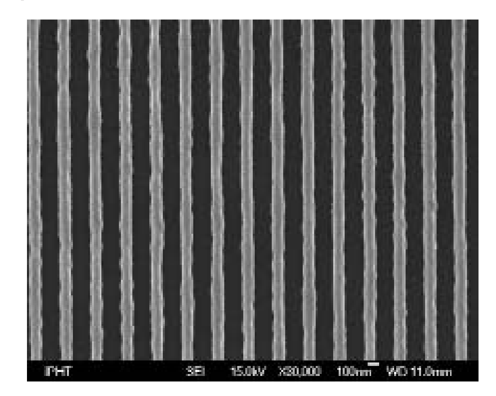
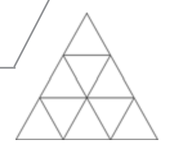


Bild 6: Strukturierung D-Faser am Interferenzbelichter, Gitterperiode 280nm, Lackdicke 300nm, Füllfaktor 0,4; Übersicht (links) und Mitte D-Fläche (rechts)

Über die gesamte D-Fläche erfolgt eine homogene Durchstrukturierung des Lackes.

Zusammenfassung

Die an den hergestellten Strukturen gemessene maximale Beugungseffizienz von 10% ist noch um einen Faktor von etwa 2 von den nach entsprechenden Simulationen auf der Basis von rigorosen Berechnungsverfahren erreichbaren Wert von 27% entfernt. Zur Aufklärung der Gründe sind weitere experimentelle und theoretische Untersuchungen erforderlich. Insbesondere ist auch zu untersuchen, inwieweit die dem verwendeten Simulationsprogramm GSolver zugrunde liegenden Bedingungen auf den Fall der Ausleuchtung von Stirnflächengittern zutreffen. In der Literatur wird angegeben, dass etwa 9 Gitterstege ausgeleuchtet werden müssen, damit die Beugungseffizienz den für unendlich ausgedehnte Gitter berechneten Wert erreicht. Dies soll für den Fall von Faserstirnflächengittern zukünftig genauer untersucht werden.



J. Schille / R. Ebert / P. Regenfuß / H. Exner

Einfluss der Pulslänge bei der abtragenden Laserbearbeitung von Metallen

Jörg Schille, Tel.: (03727) 976287, E-Mail: schille@htwm.de, Hochschule Mittweida (FH), Technikumplatz 17, 09648 Mittweida

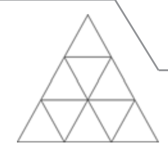
Kurzfassung
Zur Aufklärung des Ablationsmechanismus bei der Laserbearbeitung von metallischen Werkstoffen wurden unterschiedliche Materialien mit gütegeschalteter Laserstrahlung beaufschlagt. Zielsetzung war es, die Abtragsergebnisse bei Pulslängen in der Größenordnung 10ns, 100ns und 1000ns miteinander zu vergleichen. Jeder dieser Pulslängenbereiche wurde mit einem individuellen Lasersystem realisiert. Die experimentellen Resultate werden anhand bekannter und eigener Modellvorstellungen vom Laserablationsvorgang interpretiert und sollen zur weiteren Differenzierung des Ablationsmechanismus beitragen.

Einleitung

Der Weltmarkt für Lasersysteme zur Materialbearbeitung erreichte in den letzten 6 Jahren ein nahezu konstant hohes Umsatzvolumen, wobei Studien bis ins Jahr 2010 einen jährlichen Umsatzzuwachs von bis zu 13% voraussagen [1]. Damit stellt die Materialbearbeitung für die Lasertechnologie eines der größten Anwendungsgebiete dar. Zu den wichtigsten Einsatzfeldern von Lasergeräten zählen die abtragenden Laserfertigungsverfahren Laserschneiden, Laserbohren, Lasergravieren oder das 3D-Lasermikrostrukturieren. Bei der Laserbearbeitung beeinflussen sowohl die jeweiligen Laserkenngrößen als auch die Materialeigenschaften die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Material. Zu den prozessrelevanten Laserstrahlparametern zählen Wellenlänge, Betriebsart, mittlere Leistung, Pulsenergie, Pulsdauer sowie Laserstrahldurchmesser. Materialseitig bestimmen vor allem der Absorptionsgrad für die eingestrahlte Laserwellenlänge, die Schmelz- und Verdampfungstemperatur, die Schmelz- und Verdampfungswärme, der Temperaturleitwert sowie die Oberflächenmorphologie den Bearbeitungsprozess. Tiefgreifende Kenntnisse über die Zusammenhänge der bei einer Laserbestrahlung stattfindenden Wechselwirkung mit der Materie sind die Voraussetzung für die präzise Kontrolle der einzelnen Laserbearbeitungsverfahren und damit des Einsatzes des Lasers als Werkzeug in der Materialbearbeitung. Während in einer früheren Arbeit [2] der Einfluss der Laserwellenlänge auf den Materialabtrag an metallischen Oberflächen untersucht wurde, steht in dieser Arbeit vor allem der Einfluss der Pulslänge auf den Abtragsmechanismus im Vordergrund.

Abtragsmechanismus

Bei der Bearbeitung von Metallen durch Laserpulse mit Pulszeiten im ns-Bereich bestimmen neben der eingestrahlten Intensität und der wellenlängenabhängigen Absorption weiterhin die elektrische Leitfähigkeit des beaufschlagten Materials und als deren Folge die Wärmeleitung die stattfindenden Wechselwirkungsprozesse. Infolge der Laserbestrahlung kommt es im Metall zur optischen Anregung der Leitungsband-Elektronen, die die eingebrachte Energie über Dissipationsvorgänge in Form von Elektronen-Phononen-Kopplungen an das Festkörpergitter als Wärme abgeben. Die Absorption erhöht sich dabei mit abnehmender elektrischer Leitfähigkeit [3]. Mit zunehmender Temperatur erhöht sich die Stoßrate der Elektronen, was eine Abnahme der elektrischen



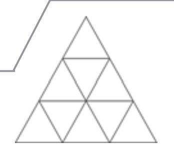
Leitfähigkeit des Metalls zur Folge hat [4]. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Wärmeleitungsprozesse lässt sich unterhalb des Phasenübergangs zum Schmelzen das Ansteigen des Absorptionsvermögens linear zum Ansteigen der Temperatur abschätzen. In der Metallschmelze nimmt die Absorption nahezu unabhängig von der Temperatur zu. Bei Überschreiten eines Schwellwertes oberhalb der nominellen Siedetemperatur siedet das flüssige Material und es wird ein Großteil der eingestrahlten Energie in der entstehenden Dampf- bzw. Plasmawolke absorbiert, was häufig zum Abbruch des Prozesses führt. Bei der Absorption im metallischen Festkörper - im Gegensatz zu anderen Festkörpermaterialien, wie z.B. Isolatoren – wird eine lokalisiert starke Aufheizung durch Wärmeleitungsprozesse begrenzt. Die Dissipation von absorbierter Laserenergie ins Volumenmaterial kann durch eine „thermische Diffusion" entsprechend Gleichung 1 beschrieben werden. Die thermische Diffusionslänge L gibt dabei den räumlichen Bereich an, innerhalb dessen sich bestehende Temperaturgradienten in der Zeit t ausgleichen, k kennzeichnet den Temperaturleitwert.

$$L = \sqrt{\kappa \cdot t} \qquad \text{Gleichung 1}$$

Längere Laserpulse erzeugen demnach bei konstantem Energieeintrag flachere Temperaturprofile und damit niedrigere Spitzentemperaturen als kürzere. Für Wirkzeiten im ns-Bereich ist die thermische Diffusionslänge mit rund 1μm um 2 Größenordnungen größer als die optische Eindringtiefe der Laserstrahlung mit rund 10nm [5]. Entsprechend nimmt mit zunehmend kürzeren Laserpulsen der Einfluss der Wärmeleitung ab, was sich bezogen auf die Ablation in Form einer geringeren Schwellenfluenz bei kürzeren Pulsen äußert. Folglich sind für den Ablationsprozess neben der ins Material eingebrachten Energie und dem Laserstrahldurchmesser die Laserpulszeiten von signifikanter Bedeutung.

Experimenteller Teil

Die verwendeten Laser gleicher Wellenlänge arbeiteten in unterschiedlichen Pulslängenbereichen. Dadurch konnten Abtragsversuche mit Laserpulsen in der Größenordnung 10ns, 100ns und 1000ns durchgeführt werden. Eine Übersicht über Lasergeräte- und Bearbeitungsparameter gibt Tabelle 1. Das bearbeitete Material war ein Werkzeugstahl C45 der Dicke 2mm sowie ein Edelstahlblech der Dicke 1mm. Die Teststrukturen wurden unter Verwendung eines Scanners mit Planfeldoptik (f=56mm) im Vektormode durch bidirektionales Abfahren von Linien erzeugt. Um den Einfluss unterschiedlicher Pulslängen auf das Bearbeitungsergebnis abzuschätzen, wurden Teststrukturen hinsichtlich ihrer mittleren Rauigkeit Ra bei einmaliger Laserüberfahrt sowie ihrer Abtragstiefe bei mehrfacher Laserüberfahrt über die Werkstückoberfläche bewertet.
Für die Rauigkeitsmessungen kamen ein taktiles Oberflächen-Profilometer der Fa. Sloan (Dektak 3030) und für die Abtragstiefenmessung ein hoch auflösendes Digital-Mikroskop der Fa. Keyence (VHX 100) zum Einsatz. Die Tastspitze des Profilometers bewegte sich dabei quer zu den Abtragsspuren des Laserstrahls. Anhand zusätzlicher von den Proben angefertigter Querschliffe ließen sich die Abtragstiefenmesswerte bestätigen. Für die Bewertung des Einflusses der Laserbearbeitungsparameter auf die Oberflächenrauigkeit wurden in C45 und in Edelstahl mit den drei verfügbaren Lasersystemen Strukturen mit 1x1mm² Grundfläche bei zunehmender Einzelpulsenergie (17,5μJ...125μJ) und



variablem Pulsabstand (2,5µm...20µm) angefertigt. Beispielhaft ist in Abb.1 ein mit dem 100ns-Lasersystem im Werkzeugstahl C45 erstelltes Testfeld zu sehen. Das entsprechende Rauigkeitsprofil zeigt Abb.2.

Laser	JenLas.® *mopa M45* (Fa. Jenoptik)	JenLas.® *mopa N45* (Fa. Jenoptik)	IS 1064-40 E (Fa. edgewave)
λ in nm	1064	1064	1064
w_0 in µm	15	15	14
f_P in kHz	100	100	10
Q_{EP} in µJ	17,5 … 125	17,5 … 125	17,5 … 125
P_{av} in W	1,75 … 12,5	1,75 … 12,5	0,175 … 1,25
τ_H in ns [1)]	1000	100	10
I in W/cm²	$3*10^6$ … $2*10^7$	$3*10^7$ … $2*10^8$	$3*10^8$ … $2*10^9$

Tabelle 1: Lasergeräte- und Bearbeitungsparameter

1) Pulslängen aus Datenblatt

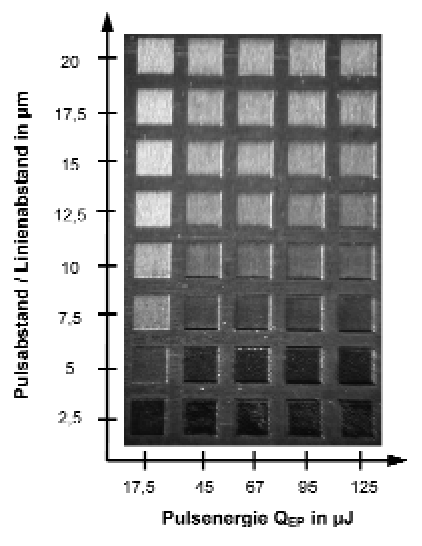


Abb.1: Testfeld Rauigkeitsuntersuchung C45 (100ns Pulslänge)

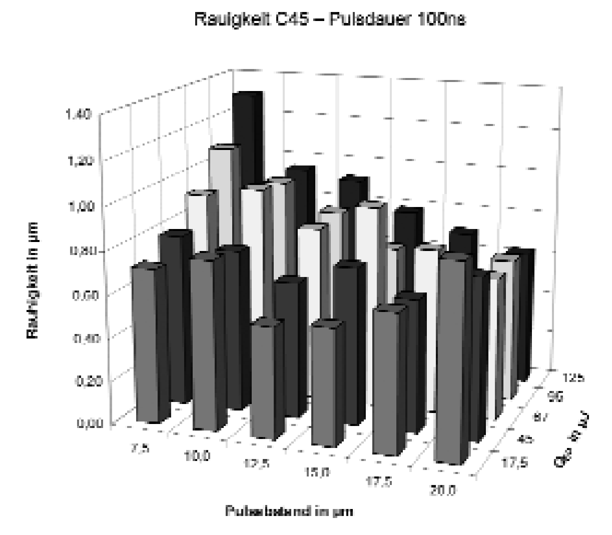


Abb.2: Rauigkeitsprofil in Abhängigkeit von Pulsenergie und Pulsabstand in C45 (100ns Pulslänge)

Auch das Materialverhalten beim Tiefenabtrag wurde an den Materialien C45 und Edelstahl untersucht. Die Erzeugung der Teststrukturen mit 1x1mm² Grundfläche erfolgte mit konstantem Puls- und Linienabstand und Einzelpulsenergien zwischen17,5 … 125 µJ.

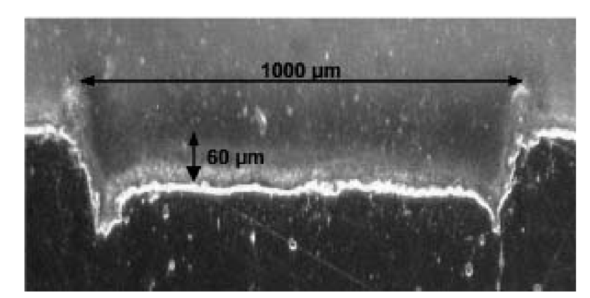
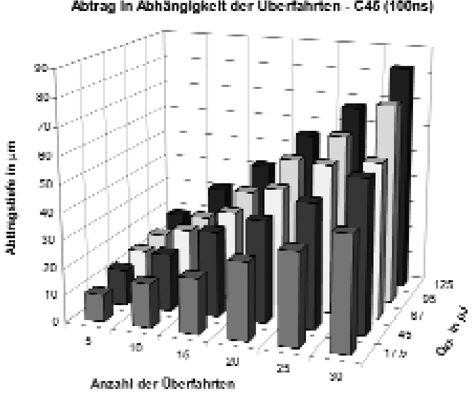


Abb. 3: C45 – 25 Überfahrten mit Q_{EP} = 95µJ 100ns)



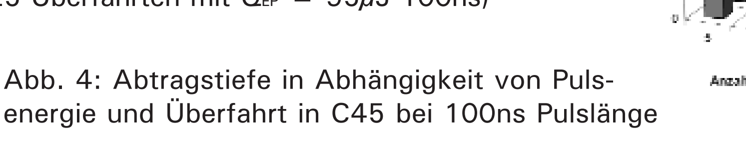
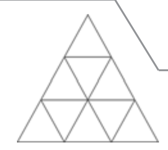


Abb. 4: Abtragstiefe in Abhängigkeit von Pulsenergie und Überfahrt in C45 bei 100ns Pulslänge



Entsprechend Abb.2 empfahl sich ein Puls- bzw. Linienabstand von 10µm, da bei diesem Abstand geringe Rauigkeiten der abgetragenen Oberfläche bei hoher Abtragstiefe pro Überfahrt zu erwarten waren. Damit lag der gewählte Überlapp in dem in [2] für die Bearbeitung von Edelstahl als geeignet beschriebenen Bereich. Die Anzahl der Laserüberfahrten wurde von 5 sukzessiv bis auf 30 erhöht. Exemplarisch für die mit unterschiedlichen Bearbeitungsparametern erhaltenen Abtragsstrukturen zeigt Abb.3 einen Querschliff des bei 25 Überfahrten mit QEP = 95µJ und einer Pulslänge von 100ns erhaltenen Abtrags. Die mittlere Abtragstiefe beträgt dabei rund 60µm. In Abb.4 ist die mit dem 100ns-Lasersystem erzielte Zunahme der Abtragstiefe in Abhängigkeit der Überfahrt sowie der Einzelpulsenergie am Beispiel des Stahls C45 dargestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen die Entwicklung der mittleren Rauigkeit R_a in Abhängigkeit der Pulslänge mit steigender Pulsenergie und zunehmendem Pulsabstand. Bei beiden Materialien ist ein tendenzieller Anstieg der mittleren Rauigkeit mit zunehmender Pulsdauer zu verzeichnen. Diese Tendenz ist sowohl mit steigender Einzelpulsenergie als auch mit steigendem Pulsüberlapp erkennbar. Die bei geringeren Pulsabständen (2,5µm, 5µm) auftretenden Rauigkeiten liegen oberhalb des Messbereichs des eingesetzten Profilometers und damit deutlich über den mit 7,5µm Pulsüberlapp erhaltenen Werten.

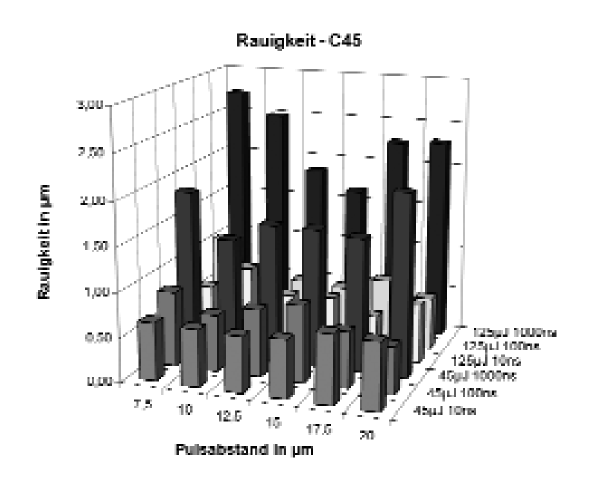
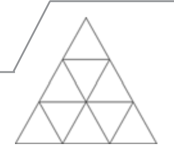


Abb.5: Oberflächenrauigkeit in Anhängigkeit von Pulslänge, Pulsdistanz und Pulsenergie am Beispiel C45 am Beispiel Edelstahl

Abb.6: Oberflächenrauigkeit in Anhängigkeit von Pulslänge, Pulsdistanz und Pulsenergie

Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Abtragstiefe bei Einzelpulsenergien von 67µJ und 125µJ sind nachfolgend für C45 in Abb.7 und für Edelstahl in Abb.8 zusammengefasst. Der größte Abtrag wurde jeweils mit dem 100ns-System bei 30 Überfahrten erzielt. Während bei Pulszeiten von 10ns bzw. 100ns der Abtrag nahezu linear mit der Anzahl der Überfahrten wächst, beginnt der Abtrag bei Pulszeiten im µs-Bereich erst nach Überschreiten einer Schwellfluenz/Schwellintensität. Infolge der langen Pulszeit wird der Wechselwirkungszone unterhalb des Schwellwertes über Wärmeleitungsprozesse ein entsprechend hoher Anteil an eingebrachter Energie entzogen. Der Materialabtrag kann dann stattfinden, wenn die Energieaufnahme durch Absorption die durch Wärmeleitung entstehenden Energieverluste überkompensiert und das Material ent-



sprechend erhitzt wird. Bei langer Laserpulszeit lässt sich im Bereich des Schwellwertes überwiegend ein Aufschmelzen des Volumenmaterials mit geringem Materialaustrieb feststellen, was sich in Form hoher Schmelzränder an den Seiten bzw. eines ungleichmäßig geformten Bodens hoher Rauigkeit der abgetragenen Struktur äußert.

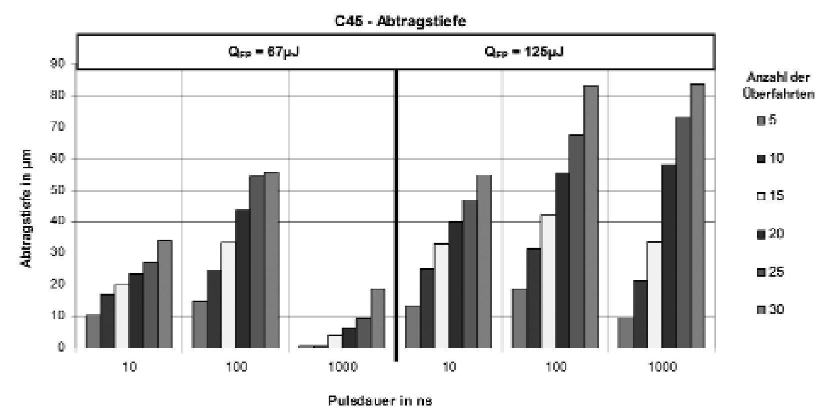


Abb.7: Abtragstiefe abhängig von Pulslänge, Energie und Anzahl der Überfahrten in C45

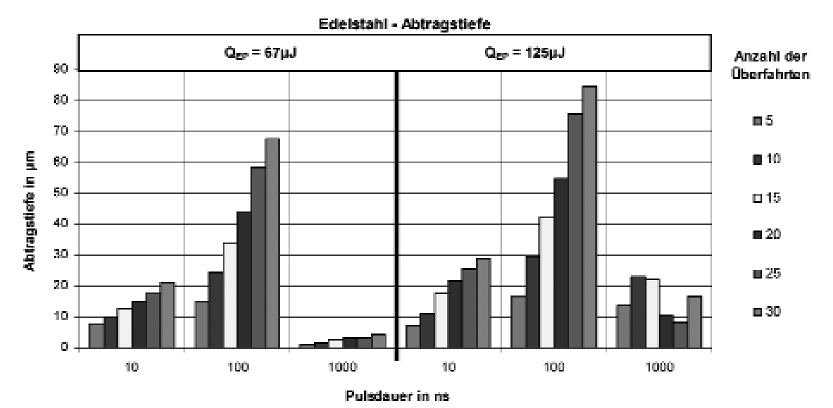


Abb.8: Abtragstiefe abhängig von Pulslänge, Energie und Anzahl der Überfahrten in Edelstahl

In den nachfolgenden Abbildungen sind die bei der Laserbearbeitung mit unterschiedlichen Pulslängen und Einzelpulsenergien erhaltenen Abtragsergebnisse gezeigt. Bei kürzeren Pulszeiten wird gegenüber längeren Pulsen ein geringerer Anteil des ausgetriebenen Materials als Schmelzkante am Strukturrand abgelagert, da ein größerer Teil des abgetragenen Materials verdampft.

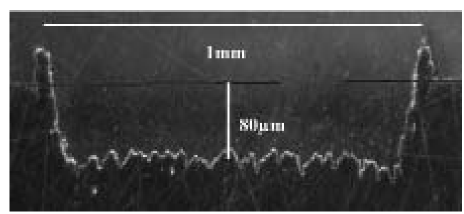


Abb.9: Abtrag in C45 - 1000ns
30 Überfahrten mit Q_{EP} = 125µJ

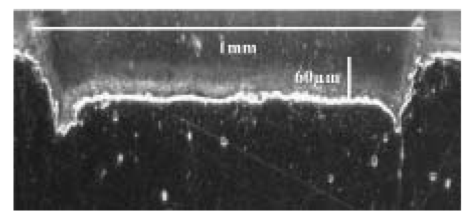


Abb.10: Abtrag in C45 - 100ns
25 Überfahrten mit Q_{EP} = 95µJ

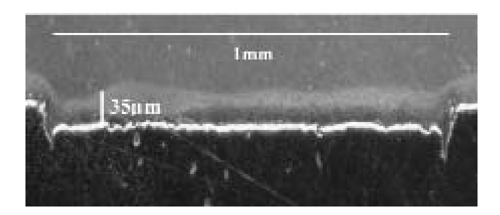


Abb.11: Abtrag in C45 - 10ns
30 Überfahrten mit Q_{EP} = 67µJ

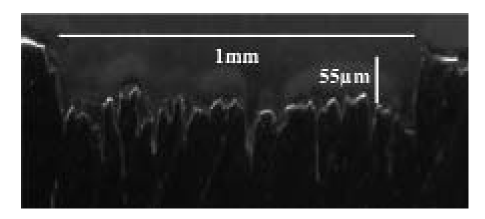
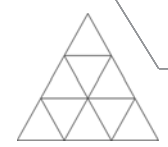


Abb.12: Abtrag in C45 - 10ns
30 Überfahrten mit Q_{EP} = 125µJ



Die Rauigkeit am Strukturboden nimmt ab. Die mit kürzeren Pulszeiten ehaltenen geringeren Abtragstiefen erklären sich möglicherweise durch die infolge der Laser-Material-Wechselwirkung entstehende Plasma- bzw. Dampfwolke, in die ein Teil der Energie des Laserpulses einkoppelt, wodurch die Bestrahlung der Probe vor Beendigung des Pulses gemindert wird. Die bei der Bearbeitung mit kurzen Pulsen (10ns) und hoher Leistung (125µJ) im bearbeiteten Material auftretenden besonders tiefen Krater (Abb.12) entstehen durch die bei jeder Überfahrt unveränderten Pulspositionen. Dadurch können sich selbst verstärkende Bohrlöcher entstehen, die eine größere Absorption für die Laserstrahlung als ebene Flächen bewirken. Beim Arbeiten mit den anderen Pulslängen waren die Pulspositionen von Überfahrt zu Überfahrt verschoben worden.

Modell zum Einfluss der Rauigkeit auf den Abtragsmechanismus

Bei langen Pulszeiten verringern infolge geringerer Intensitäten Wärmeleitung und Wärmedissipation das Abtragsvolumen. Das Material bildet großvolumige Schmelzbäder, die beim Sieden nach weiterem Energieeintrag grobe Rauigkeiten erzeugen (Abb.13). Der Effekt unterschiedlicher Rauigkeiten auf den Abtragsprozess lässt sich modellhaft durch Pyramiden unterschiedlicher Größe veranschaulichen (Abb.14); die Rauigkeitswerte sind dabei der Pyramidenhöhe vergleichbar. Für Pyramiden halber Höhe und gleicher Grundfläche gilt, dass bei gleicher Oberfläche sich der bedeckte Volumenanteil halbiert. Demzufolge wird bei einer Laserbestrahlung von Oberflächen großer Rauigkeit ein größerer Volumenanteil erwärmt. Bei geringerer Rauigkeit dagegen wird die selbe Energie in einem geringeren Volumen deponiert und es kommt zu einem früheren Sieden des Materials.

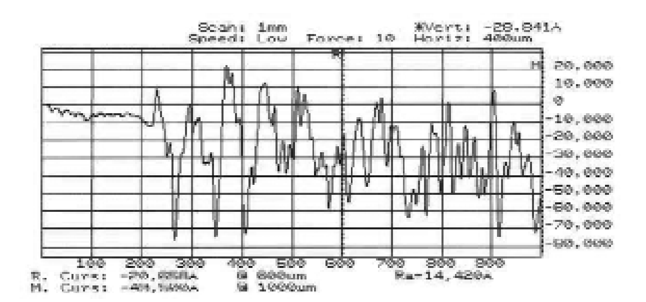


Abb.13: Oberflächenrauigkeit Edelstahl Pulsenergie: 95µJ; Pulsdistanz: 10µm; Pulslänge: 1000ns

Abb.14: Pyramidenmodell – links: hohe Rauigkeit; rechts: geringe Rauigkeit (halbe Pyramidenhöhe)

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des vom BMBF geförderten Innoprofile-Projektes „Microtooling mit laserbasierten Verfahren" (03IP506). Wir danken weiterhin der Firma Jenoptik LOS GmbH für die geleistete Unterstützung.

Literatur

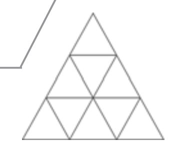
[1] A. Mayer: Markt der Lasermaterialbearbeitung wächst weiter; LTJ Juni 2006 Nr.3

[2] A. Patschger, K. Stolberg, J. Bliedtner: Untersuchungen zum Einfluss der Laserwellenlänge beim Materialabtrag an metallischen Oberflächen; Lasertechnik - neue Entwicklungen und Anwendungen, Jena 2006, DVS-Bericht 241, S. 246-254

[3] H. G. Rubahn, F. Balzer: Laseranwendungen an harten und weichen Oberflächen; Teubner Verlag, 2005

[4] M. von Allmen: Laser Beam Interactions with Materials; Springer Verlag 1986

[5] E. Matthias, J. Siegel, O.Käding et al.: The influence of thermal diffusion on laser ablation of metal-films ; Appl. Phys. A, 58:129 – 136, 1994



A. Göpfrich / M. Pfüger / K. Uhlig / E. Chrzumnicka / Th. Vogt / A. H. Foitzik

Spatially Resolved Deformation of MEMS Pressure Sensors

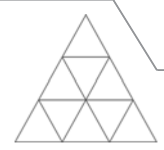
Katja Uhlig, Tel.: (03375) 508407, E-Mail: kuhlig@tfh-wildau.de, Technische Fachhochschule Wildau, Fachbereich Biosystemtechnik/Bioinformatik, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

Introduction

The Electronic Speckle Pattern Interferometry (ESPI) is a well known method of measuring deformations and (in correlation to suitable simulation programs) mechanical stresses within specimen or - even more important - technical structures [1]. Leendertz first showed it's applicability for the contactless determination of deformations [2]. Utilizing CCD cameras for fast data analysis finally opened the door to a number of specialized techniques that have been developed mainly used in car manufacturing industries, aeronautic industry and materials testing [1], to name just a few. The specimen normally are meso- or macroscopic in size with lateral dimensions typically ranging from centimeters to some meters, the topics of interest ranging from stress analysis in tensile test specimens unto the dynamic behaviour of complete structures like automobiles.
Meanwhile Speckle Interferometry is also used for (contactless) analysis of deformations even at high temperatures up to 1600°C, where a classical (contacting) determination of the strain is impossible [3]. The variety of materials investigated covers also composites [4], concrete [5] and even biological materials of botanical [6] or medical [7] origin. Long time still unsolved was the challenge to apply Speckle Interferometry to MEMS (Micro Electro Mechanical Systems, also known as "Microsystems"), due to the extraordinary flat and shiny surface of MEMS, making it impossible to get any speckles from such a component's surface. In macroscopic specimen additional powder may be added to the specimen's surfaces in order to increase the speckle pattern phenomena. In the case of MEMS such "powder" could interfere with the components blocking e.g. moving parts, or could be comparable in size with some of the components' details or could strongly alter the typical frequencies of moving parts in such MEMS.
Meanwhile a novel surface preparation technique was introduced altering the surface of MEMS such that Speckle Interferometry now can be applied [8]. The aim of this work was to demonstrate the application of ESPI on industrially used pressure sensors under static conditions. This enables for quality control and design optimisation for such small scaled devices.

Experimental

ESPI was performed using a HeNe Laser with $\lambda = 632.8$ nm, a CCD-Kamera CS8311C from TELI Corporation with 756 (H) x 581 (V) pixels and a high resolution CCD-camera CV-M1 from JAI Corporation with 1300 (H) x 1030 (V) pixels. Applied were the Motion Controller MM4000 from Newport. The Software used was Frames Plus 4.10 und Frames Plus 5.01 from the company Steinbichler.
The BOSCH pressure sensors used in the framework of these investigations consist of a silicon part and a glass part being anodically bonded to one another (Fig. 3). The silicon part includes a microelectronic circuit in its border area and a micromechanical thin membrane in its center. Due to depressions stemming from technical systems the mem



brane moves downwards and gives rise to an electronic signal.
In order to measure the deformations of the membrane it was necessary to set up static movements of the membrane. Such static movements were established by externally applied small scale depressions utilizing syringes from medical applications.

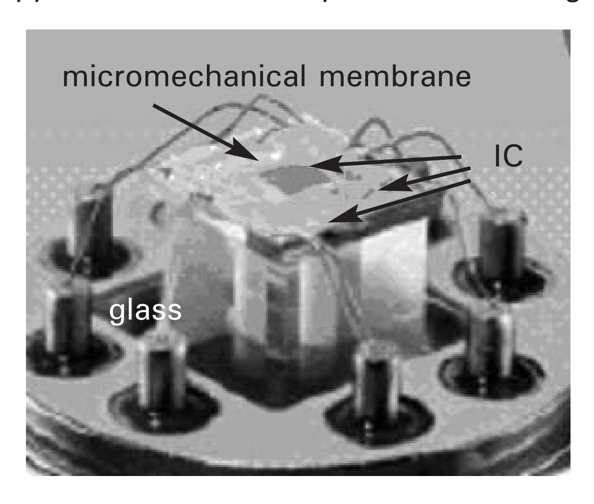


Fig. 3:
The pressure sensor from the company BOSCH. The topmost quadratic part is the silicon part of the sensor containing the thin membrane in the center as well as the microelectonic circuit in the border area as pointed out. Picture taken from advertising material (courtesy BOSCH).

Results

A video image shows the slightly deformed membrane (Fig. 4, left), i.e. the central region of the pressure sensor as pointed out in Fig. 3. The result of the ESPI investigation of this slightly deformed membrane is shown in Fig. 4 on the right. Clearly it can be seen, that the maximal additional deformation due to the decompression is about 0.35 μm.

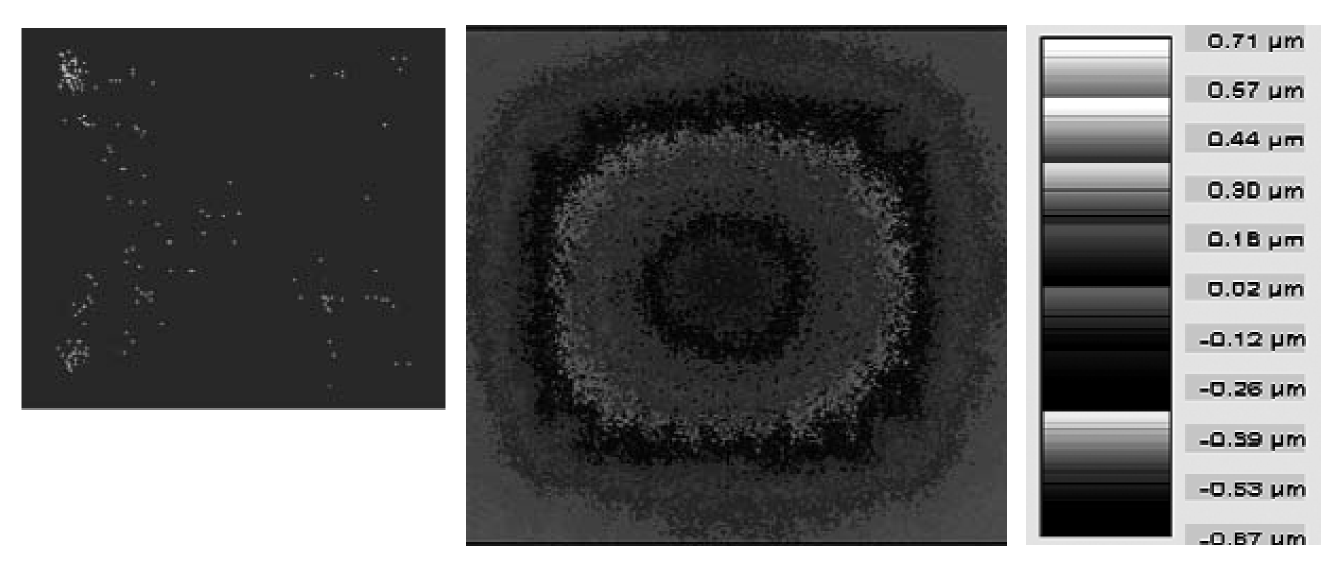
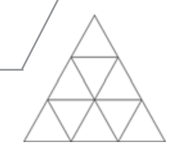


Fig. 4: Top-view video image of the slightly deformed membrane pointed out in Fig. 3.

With increasing depression the deformation gets larger (Fig. 5). The ESPI results for such larger decrompression reveal a maximal additional deformation of about 0.7 μm (Fig. 7).



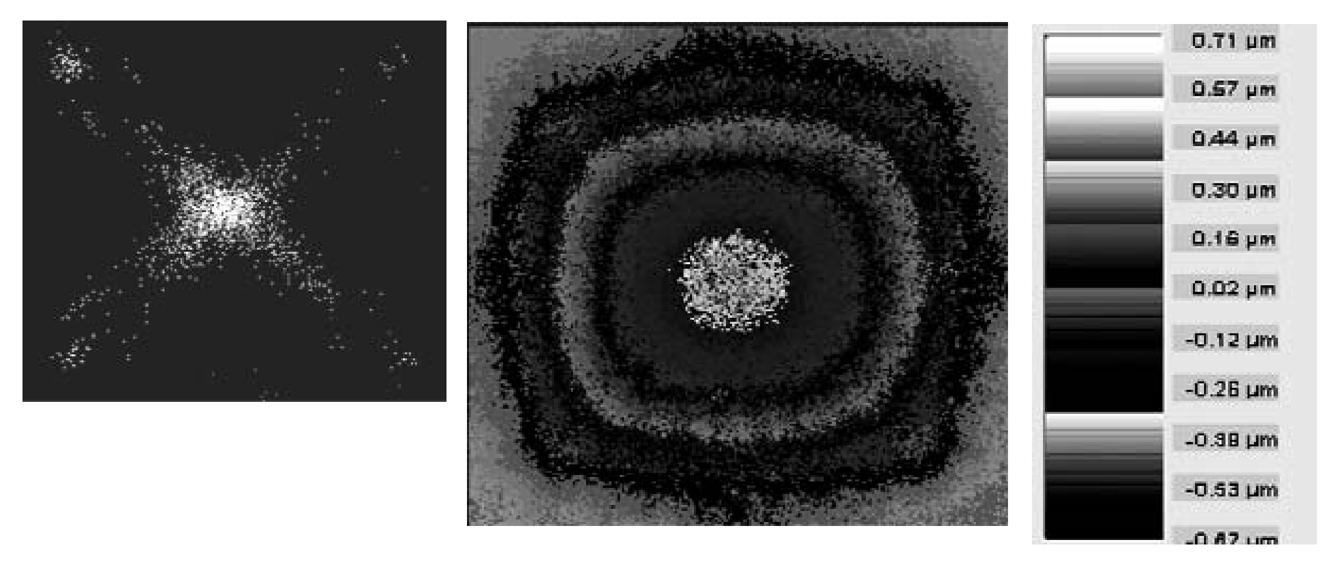


Fig. 5: Top-view video image of the increasingly deformed membrane pointed out in Fig. 3, compare with Fig. 4.

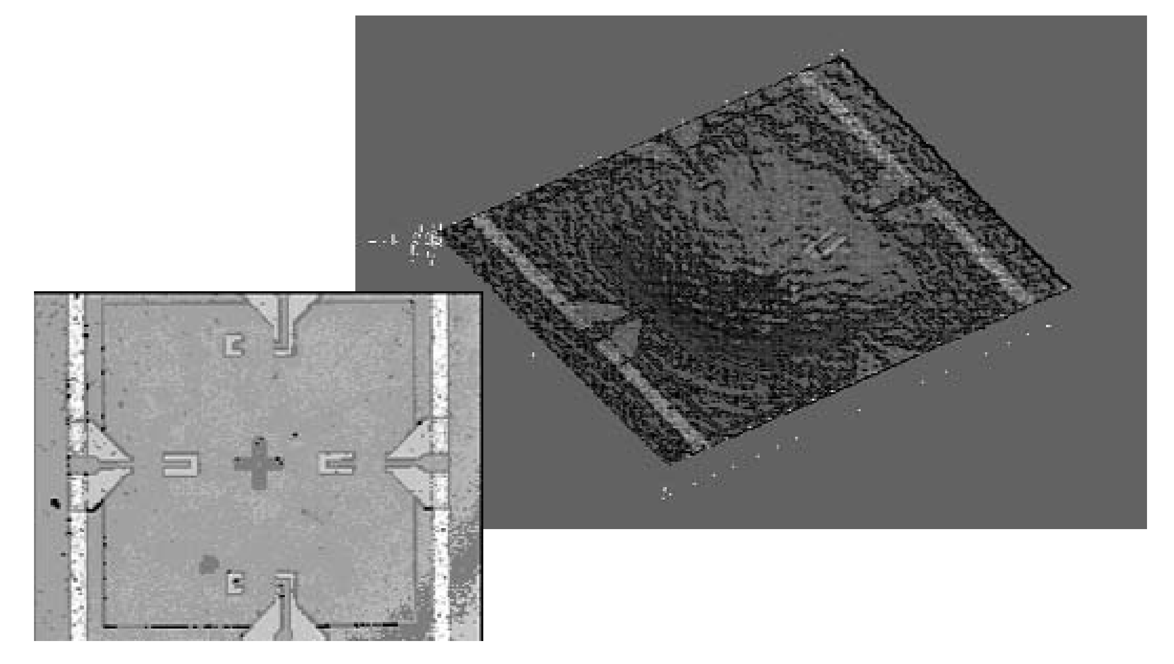


Fig. 6: Top-view of the un-deformed membrane including the four resistors for measuring the deformation and temperature compasation (left) and a 3D plot of the data from fig. 5 (right), for details see text.

In both cases additionally to the lateral distribution of the additional deformation can be inspected. Thus e.g. gradiants of strain/stress can be derived as well as the strain/stress distribution being rotational symetric or not can be studied. In Fig. 5 clearly it can be seen that the deformation at the edges of the membrane is different from the deformation at the corners, while the symmetry of the deformation is neither quadratic nor rotational. Such information can be used for the optimization of sensor designs, the optimal localization of the circuits rendering the signal, or quality control.

The deformation of the membrane can be inspected additionally in a 3D plot as shown in Fig 6. Clearly the four resistors determining the actual deformation can be identified as well as the deformation at these and other loci. It should be noted that the visible deformation is some 100 time smaller than the actual one in order to increase visibility as it is done in finite elements simulations and other relevant methods dealing with small absolute numbers of deformation. It should be noted, too, that the figure given in Fig. 6 are actual data from measurements, but no data from simulations.

Conclusion

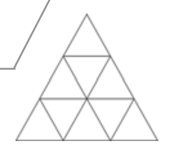
We succeeded in applying ESPI to BOSCH pressure sensors. Static ESPI on such commercial pressure sensors allowed determining the spatially resolved elastic deformation of these devices. Such ESPI measurements carried out statically can be used for quality control as well as for checking the optimized design of MEMS. Further investigations on other pressure sensors are on the way. Additionally the dynamic behavior of such membranes under cyclic loads applied in typical frequencies would be of interest.

Acknowledgement

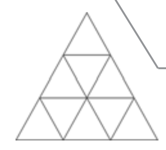
The pressure sensors have been provided by the company BOSCH, Reutlingen. This is gratefully acknowledged.

References

[1] Marwitz, H.: Praxis Holographie, Expert-Verlag, 1990
[2] Leendertz, J.A.: J. Phys. E (Sci. Instrum.) 3, 214, 1970
[3] Aswendt, P.; Höfling, R.: Speckle interferometry for materials testing under extreme thermal conditions; Measurement 23, S. 205-213, 1998
[4] Holstein, D.; Aswendt, P.;Höfling, R.; Schmidt, C.D.; Jüptner, W.: Deformation analysis of thermally loaded composite tubes; Composite Structures 40, S. 257-265, 1998
[5] Hariri, K.: Bruchmechanisches Verhalten jungen Betons: Laser-Speckle-Interferometrie und Modellierung der Rißprozeßzone, Techn. Univ. Braunschweig, Dissertation, 2000
[6] Yang, Z.; Junlan, W.; Xiaoping, W.; Williams, F.W.; Schmidt, R.J.: Pointwise and wholefield Laser speckle intensity fluctuation measurements applied to botanical specimens, Optics and Lasers in Engineering 28 (6) 1997, pp. 443-456
[7] Höfling, R.; Aswendt, P.; Liebig, V.; Brückner, H.: Synthesis of experiment and simulation in speckle interferometry: a medical application; Akademie Verlag Series in Optical Metrology, Vol. 2, S. 261-268, Berlin 1996
[8] Foitzik, A.H.; Kümmel, M.; Schmid, M.; Kaese, W.; Vogt, T.; Groth, P.: "ESPI on MEMS", 13. Intern. Wissenschaftlich-technische Konferenz SENSOR 2001, Sudak/Krim 2001



Biotechnologie / Umweltwissenschaften



F. Wegerich / F. Lisdat / J. Kreutzberger

Protein Microarray Analysen der Immunantwort gegen *Neisseria meningitidis*

Franziska Wegerich, Tel.: (030) 138 99678, E-Mail: franziska@wegerich.de, Technische Fachhochschule Wildau, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

Der Erreger *N. meningitidis* (auch Meningokokkus genannt) ist der Hauptverursacher der bakteriellen Meningitis (Hirnhautentzündung) und weltweit für Epidemien mit vielen Todesopfern verantwortlich. Welche Faktoren zum Überleben als harmloses Kommensal des Nasen- und Rachenraums in 20 % der menschlichen Bevölkerung sowie für das plötzliche Auftreten als aggressives Pathogen beitragen, ist bisher noch nicht vollständig geklärt. Man vermutet, dass die genomische Diversität des Meningokokkus dabei eine Rolle spielt, da so immer wieder ein neues Reservoir an Proteinen bereit gestellt werden kann, die dem Erreger helfen, das menschliche Immunsystem zu umgehen, sich wechselnden Umweltbedingungen anzupassen und schließlich auch die Epithelzellbarriere und die Blut-Hirn-Schranke des Menschen zu überwinden. Ein wichtiger Mechanismus der zu dieser Vielfältigkeit beiträgt, ist der Mechanismus der Phasenvariation, bei dem durch die unterschiedliche Anzahl repetitiver Elemente Gene an- und abgeschaltet werden können. Unter allen bisher sequenzierten Organismen weist *N. meningitidis* die größte Anzahl an Genen auf, die durch diesen Mechanismus gesteuert werden. Daher stand die Analyse jener Gene auch im Vordergrund dieser Arbeit. Mit der Hilfe von Protein Microarrays sollte untersucht werden, welche phasenvariablen Gene während der pathogenen Phase des Erregers exprimiert werden. Neben den phasenvariablen Genen wurden noch einige andere Gene ausgewählt, die möglicherweise für die Pathogenität des Erregers von Bedeutung sein könnten.

Alle ausgewählten Gene wurden zunächst rekombinant in *E. coli* exprimiert, die erhaltenden Proteine unter denaturierenden Bedingungen mittels Nickel-Chelat-Affinitätschromatographie aufgereinigt und anschließend Menge, Reinheit und Größe der Proteine mit Hilfe der SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese analysiert. Zur Identifizierung proteinexprimierender Klone wurde ein Kolonie-Blot durchgeführt. Es wurden verschiedene Aufreinigungsstrategien angewendet. Insgesamt konnten für 102 der 110 ausgewählten Gene, die entsprechenden Proteine erfolgreich aufgereinigt werden. Davon sind 92 Gene mit dem Mechanismus der Phasenvarianz assoziiert.

Der Expressionsnachweis dieser Proteine erfolgte indirekt über die in Meningitis-Patientenseren enthaltene Antikörper, die über einen zweiten, fluoreszenzmarkierten Antikörper detektiert werden (siehe Abbildung 1). Um parallel eine große Anzahl an Proteinen mit Patientenseren zu screenen, wurde die Protein Microarray Technologie angewendet. In Vorversuchen wurden zunächst die experimentellen Rahmenbedingungen für den Versuchsablauf angepasst bzw. optimiert. Dazu gehörten eine geeignete Lösung für die Blockierung der Microarray-Oberfläche und eine optimale Temperatur für die Antikörperreaktionen. Des Weiteren wurden verschiedene Microarray-Oberflächen hinsichtlich Signal/Hintergrund-Verhältnis und Spothomogenität untersucht. Für die Berücksichtigung quantitativer Unterschiede der auf die Microarray-Oberfläche gespotteten Proteine wurde eine passende Normalisierungsstrategie entwickelt, bei die Proteine parallel zum Nachweis der Serumantikörper über einen weiteren

fluoreszenzmarkierte Antikörper nachgewiesen wurden. Um mit einem Microarray verschiedene Seren gleichzeitig nach Antikörpern screenen zu können, wurde eine Multiplexing-Strategie gewählt, die den Microarray in 16 Felder aufteilt. In jedem der Felder wurden alle rekombinant exprimierten Proteine in einem 11x11 Pattern gespottet (siehe Abbildung 2).
Für das Antikörperscreening wurden 96 Patientenseren und 32 Kontrollseren in zwei Versuchsreihen untersucht. Nach anschließender Datenverarbeitung der erhaltenen Signal-Daten, wurde für jedes der 102 Proteine ein Testkriterium berechnet. So konnte die Anwesenheit von Antikörpern gegen Neisseria-Proteine in den Patientenseren nachgewiesen werden. Anhand eines festgelegten Grenzwerts für das Testkriterium konnten damit Proteine identifiziert werden, die von den Patientenseren signifikant erkannt wurden. Es konnten so einige Proteine gefunden werden, die von auffällig vielen Patientenseren erkannt wurden, d.h. bei denen in den Patientenseren signifikant mehr spezifische Antikörper gegen diese Proteine vorhanden waren als in den Kontrollseren. Diese Proteine standen also für Gene, die während der pathogenen Phase des Erregers in größerer Menge exprimiert wurden. Hervorzuheben ist dabei das Protein NMB0700, welches im ersten Screening von 40 und im zweiten Screening von 10 Seren erkannt wurde. Bei diesem nicht phasenvariablen Gen handelt es sich um eine IgA-Protease (NMB0700), der auch in der Literatur eine Rolle für das Überleben des Erregers in den Epithelzellen zugeschrieben wird. Dieses Protein wäre als Bestandteil eines Impfstoffes oder als diagnostischer Marker ein geeigneter Kandidat. Weiterhin wurden gehäuft auch oberflächenassoziierte oder sekretierte Proteine erkannt, wie z.B. das Protein Omp85 (NMB0182), welches schon in einer anderen Studie als geeigneter Impfstoffkandidat identifiziert wurde. Die starke Immunogenität konnte hier also erneut experimentell belegt werden. Es konnten aber auch Proteine identifiziert werden, die bisher noch nicht mit der Pathogenität von *N. meningitidis* in Zusammenhang gebracht wurden. Dazu gehören z.B. mehrere hypothetische, durch phasenvariable Gene gesteuerte Proteine, dessen Funktionen unbekannt sind. Erste Hinweise für Ihre Bedeutung für den Erreger während der pathogenen Phase konnten damit gefunden werden.

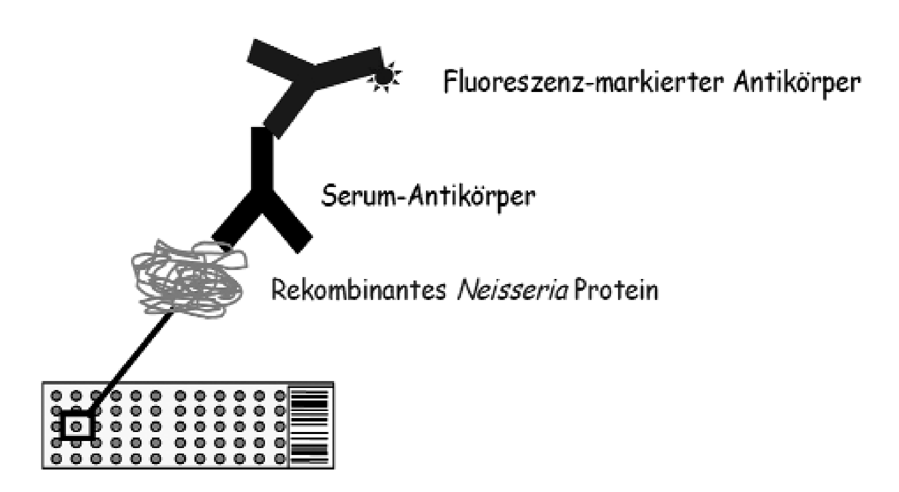
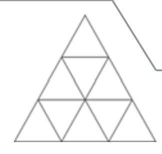


Abbildung 1: Prinzip des Nachweises von *Neisseria menigitidis*-Proteinen mit Hilfe eines Protein Microarrays



Anschließend lässt sich zusammenfassen, dass in dieser Arbeit gezeigt werden konnte, dass die Protein Microarray Technologie zusammen mit einer adaptierten Multiplexingstrategie für Analysen mit großem Umfang geeignet ist und die Identifizierung von Proteinen mit möglicher Beteiligung an pathogenen Mechanismen des Meningitis-Erregers *N. meningitidis* ermöglicht.

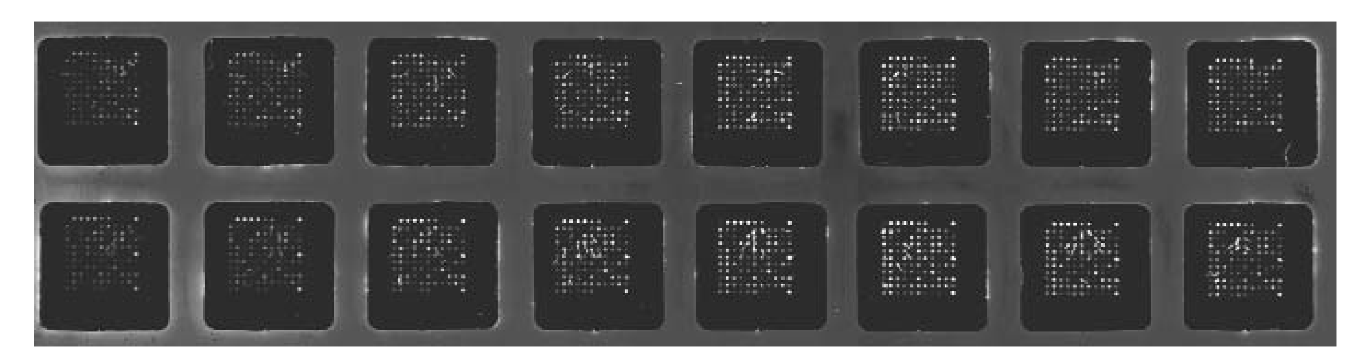
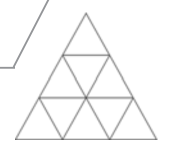


Abbildung 2: Protein-Microarray, aufgeteilt in 16 Felder mit je 121 Protein- bzw. Kontroll-Spots



M. Klauck / A. Grenner / R. Meinhardt / J. Schmelzer

Phase Equilibria in Ternary Systems Containing Associating Components (Water, Cyclohexylamine, Aniline) and Hydrocarbons

Mandy Klauck, Tel.: (0351) 462 2373, E-Mail: klauck@mw.htw-dresden.de, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden

Introduction

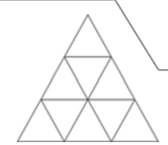
Separation methods have a large importance in chemical industries. The mass-transfer operations generally rely upon the unequal equilibrium distribution of substances to be separated between two phases. These two phases can be a vapor and a liquid one (than you refer to the vapor-liquid equilibrium (VLE)) or two liquid phases (than you talk about a liquid-liquid equilibrium (LLE)). The mass-transfer operations can be divided into two categories: the direct and the indirect operations. The direct method (e.g. distillation, evaporation, and some forms of crystallization) does not involve the addition of foreign substances such as solvents. Liquid extraction, because it utilizes an added substance, is in the indirect category, which includes also extractive and azeotropic distillation, gas absorption, adsorption, and ion exchange.
For rational design of such separation processes, the chemical engineer requires quantitative information on the phase equilibria in the binary or multicomponent mixtures under consideration. The task is the following: for a given mixture with M components and different phases (under the condition of equilibrium) the mole fraction of each component in each phase has to be determined. This can partly be carried out by tedious experiments, or by mathematical description of the phase equilibrium. In the past, two methods of mathematical description were developed. One way is to describe the liquid phases using activity coefficients. Within this way the vapor phase is described using the virial equation or assumed to be ideal (esp. at low pressures). The second way is to describe liquid and vapor phases with the help of fugacity coefficient, which can be obtained from equations of state. The advantage of the second approach is that it can be used in much larger temperature and pressure ranges.

Purpose

The objective of our work is to extend the knowledge of phase equilibria in complex systems of associating components. For this purpose experimental investigations of VLE and LLE were carried out in the corresponding binary and in the seven ternary systems water + cyclohexylamine (CHA) + aniline, water + octane + CHA, water + octane + aniline, octane + CHA + aniline, water + toluene + aniline, water + toluene + CHA and toluene + aniline + CHA. The experimental data are compared with predictions obtained from two activity coefficient models (NRTL and UNIQUAC) and one equation of state (ESD EoS).

Models

The NRTL[1] (Non Random Two Liquids) and the UNIQUAC2 (UNIversal QUAsi Chemical) model are industrial widely applied, because the equations are easy to implement and parameters of many substances are available. The NRTL equation needs three binary



interaction parameters, while the UNIQUAC model needs two pure component constants (namely molecular van der Waals volumes and molecular van der Waals surface area) and two binary interaction parameters. Furthermore (for both models), the pure component vapor pressure is required for the desired temperature range.
Additionally, the equation of state proposed by Elliott, Suresh, and Donohue[3,4] (ESD EoS) was chosen to compare the predictive capabilities. In this a term for repulsive and attractive interaction is included. Further on the chemical interaction between the molecules is taken into account with the association term. This includes the perturbation theory of Wertheim[5] similar to PC-SAFT or CPA EoS. Three and five pure component parameters are fitted to pure component vapor pressures and volumes of saturated liquids for nonassociating and associating components, respectively. One binary interaction parameter is used to optimize the description of the experimental data.

Experimental Section

Determination of VLE

The VLE were measured according to the dynamic method with a modified Röck and Sieg type circulation still[6]. The measurement equipment is outlined in Fig. 1: 1 is a cooling thermostat; 2 is the Röck and Sieg type circulation still; 3 is the thermostat of the boiling part; 4 a cryo trap; 5 the pressure transducer 690 Q and 6 the signal conditioner 270 D (both MKS Instruments Inc.); 7 is a multimeter, 8 the pressure controller DPI 520 (Druck Incorporated), 9 PC and 10 rotary vane pump. The isothermal process control is realized by implementing the integrated form of the Clausius-Clapeyron equation into the control system

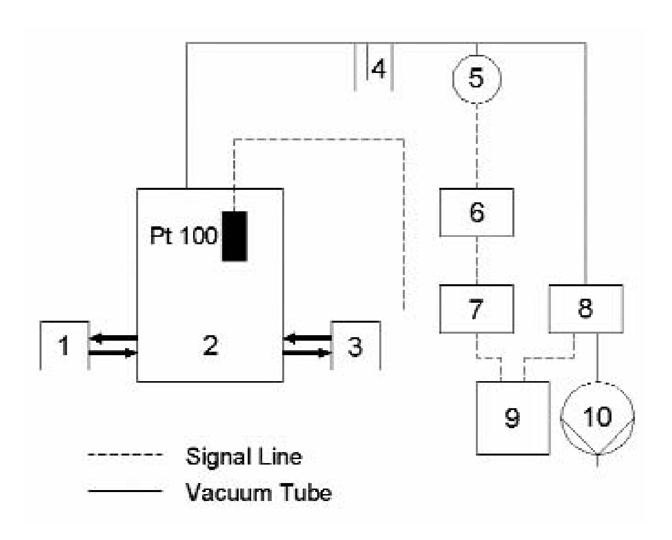
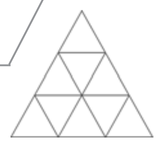


Figure 1. Scheme of peripheral equipment.

$$\frac{P_2}{P_1} = \exp\left[\frac{\Delta_v H_M}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right]$$

where $\Delta_v H_M$ is the enthalpy of vaporization of the mixture, T_1 is the target temperature, T_2 is the current temperature and R is the universal gas constant. The calculated ratio P_2/P_1 is used to calculate usefull pressure changes (pressure step from $P_{present}$ to P_{new}) to reach the desired equilibrium temperature. The inertia of the measurement system is taken in account by the factor 0.05.

$$P_{new} = P_{present}\left[1 + \left(1 - \frac{P_2}{P_2}\right)0.05\right]$$



Determination of LLE

The binodal curves were determined by photometric turbidity titration[7] (cp. Figure 2). A homogeneous mixture (for example of hydrocarbon and cyclohexylamine) is filled into the tempered glass vessel. The masses of the components are determined by weighing. The temperature is hold constant with a thermostat within a range of ±0.1 K. The third component (in our case water) is added via an automatic burette. The mixture is stirred and, for a faster dispensation of the dosed water drops and for a faster equilibration, an ultrasonic wave generator of low power is used. The solubility limit is obtained by measurement of the light transmission using a photometer. The data are logged with a PC.

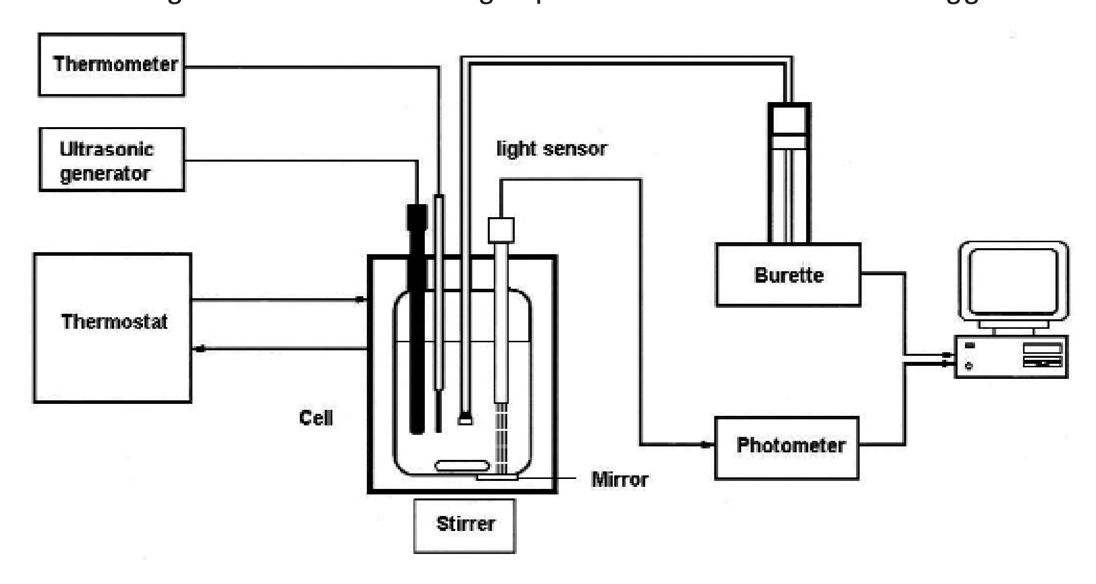


Figure 2. Scheme of Photometric Turbidity Titration Method.

An intensive turbidity indicates the occurrence of the two-phase region and a new point of the binodal curve. For a new measurement point the dissolving component (cyclohexylamine) is added until the mixture is homogeneous again and a new titration is progressed. For measurement of the other side of the binodal curve the corresponding components must be interchanged.

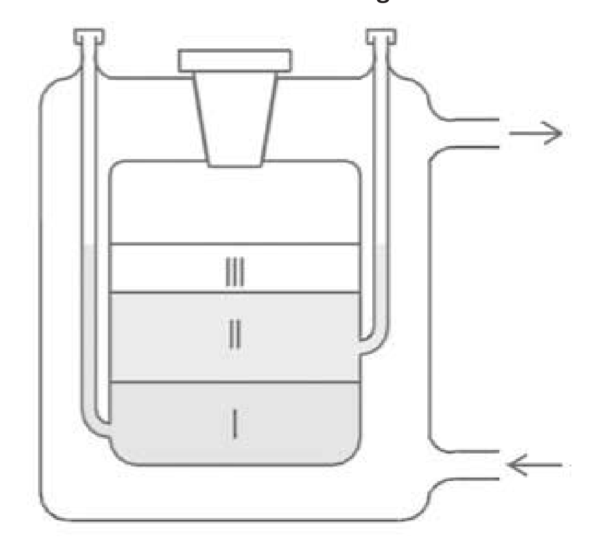
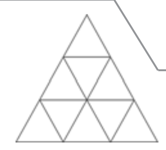


Figure 3.
Glass Vessel used for the Measurements of LLE and LLLE.



The composition of the conjugate phases (tie lines and three-phase regions) is determined by the analytic method. Defined mixtures of the components are equilibrated in a temperature regulated glass vessel with sample points at different heights (cp. Figure 3). Through these sample points, samples of each phase can be taken without piercing of other phases. The phases are equilibrated by intense stirring for 4 h. Afterwards the phases are allowed to separate for at least 24 h and samples of each phases are taken with syringes. The temperature is hold constant within a range of ±0.1 K. The composition of the phases is determined by gas-liquid chromatography, Karl Fischer titration, or potentiometric titration. Measurement of the binodal curve and compositions of conjugate phases show good agreements in our investigations.

Experimental Results

VLE of the ternary systems were determined at 333.15 and 363.15 K at reduced pressure. The investigated ternary systems show complex phase equilibrium behavior, because in the mixtures beside nonpolar interaction self association and cross association occur. Different types of VLE are detected in the binaries. Quasiideal behavior is found in the system CHA + aniline, whereas CHA + water or +octane have a homogeneous maximum pressure azeotrop, water + octane, + toluene, or +aniline and octane + aniline have a heteroazeotrop. Toluene + CHA or +aniline show positive deviations from Raoult's Law.
Exemplarily, the vapor pressure surface of the ternary system water + toluene + CHA at 333.15 K is shown in Fig. 4. In this plot, the ternary miscibility gap (red line) and all binary VLE data (green, blue and purple line) are charted. The ternary VLE data are plotted as tie lines. The filled circles present the liquid phase composition; the open circles present the vapor composition. The vapor pressures increase with decreasing CHA concentration and the vapor phase composition converges to a heteroazeotropic point close to the binary heteroazeotropic point of water + toluene.

The LLE[7,8] of the above mentioned ternary systems were determined at 298.15 and 333.15 K at ambient pressure by cloud point titration and the analytic method. The system toluene + aniline + CHA is homogeneous over the whole concentration range. Water + aniline + CHA, octane + aniline + CHA, and water + toluene + CHA show type 1 behavior (formation of one pair of partially miscible liquids - classification of Treybal[9]). Water + toluene + aniline is a type 2 system while water + octane + aniline is a type 3 one.

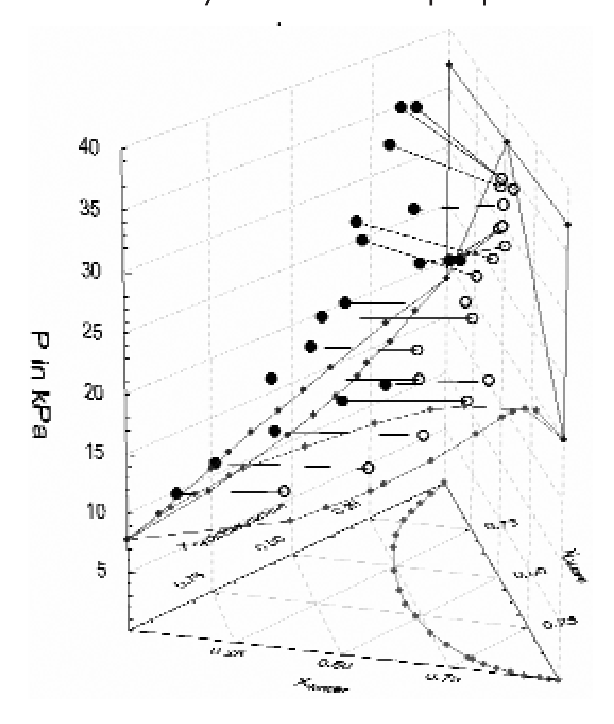


Figure 4.
Vapor pressure diagram in the water + toluene + CHA system at 333.15 K.

Particular behavior is ascertained in the system water + octane + CHA. In this system, a three-phase region occurs in a limited temperature range from 323 to 343 K although it is intrinsically a type 1 system.

Prediction

The ternary LLE and VLE were predicted using activity coefficient models NRTL and UNIQUAC and the equation of state proposed by Elliott, Suresh, and Donohue (ESD EoS). The ternary predictions are based on binary interaction parameters only. The binary parameters were obtained by minimizing the following objective function

$$Q = \Pi_1 \sum_i \left(\frac{100}{P_{exptl}} \right)_i^2 \left(P_{calcd} - P_{exptl}\right)_i^2 + \Pi_2 \sum_i (100)_i^2 \left(y_{1,calcd} - y_{1,exptl}\right)_i^2 +$$
$$+ \Pi_3 \sum_i (100)_i^2 \left(x'_{1,calcd} - x'_{1,exptl}\right)_i^2 + \Pi_4 \sum_i (100)_i^2 \left(x''_{1,calcd} - x''_{1,exptl}\right)_i^2 \quad .$$

The parameters were assumed to be independent or linear dependent from temperature.

$$C_{ij} \quad R = C_{ij}^C + C_{ij}^T \left(T - 273.15\ K\right)$$

with $C_{ij} = u_{ij} - u_{jj}$ for UNIQUAC and $C_{ij} = g_{ij} - g_{jj}$ for the NRTL model.

The interaction parameter of the ESD EoS is defined as follows:

$$k_{ij} = k_{ij}^C + k_{ij}^T \left(T - 273.15\ K\right)$$

The parameters were obtained by fitting all available and consistent binary VLE and LLE data simultaneously and are given in references 6-8.

LLE Calculation

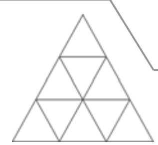
Good predictions were achieved in the systems water + octane + aniline, water + CHA + aniline, and water + toluene + aniline. The two-phase region is predicted oversized in the other partial miscible systems. None of the three considered models shows clear advantages over the others in prediction of liquid phase behavior[7,8].

VLE Calculation

The results of VLE calculations are summarized in Table 1.

model / system	ΔP in %			Δy in mol%		
	NRTL	UNIQUAC	ESD	NRTL	UNIQUAC	ESD
water octane CHA	3.76	5.05	6.32	2.73	2.55	2.35
water octane aniline	8.77	2.88	7.08	1.70	1.76	2.23
water aniline CHA	4.53	3.95	3.79	4.43	4.22	4.34
octane aniline CHA	3.45	3.33	3.45	3.12	3.28	2.82
water toluene CHA	9.43	4.37	3.34	2.80	1.92	2.24
water toluene aniline	16.64	3.81	10.20	2.63	1.88	1.82
toluene aniline CHA	1.28	2.57	1.30	1.34	1.48	1.37
average	6.84	3.71	5.07	2.68	2.44	2.45

Table 1. Deviations of the ternary predictions from the experimental results.



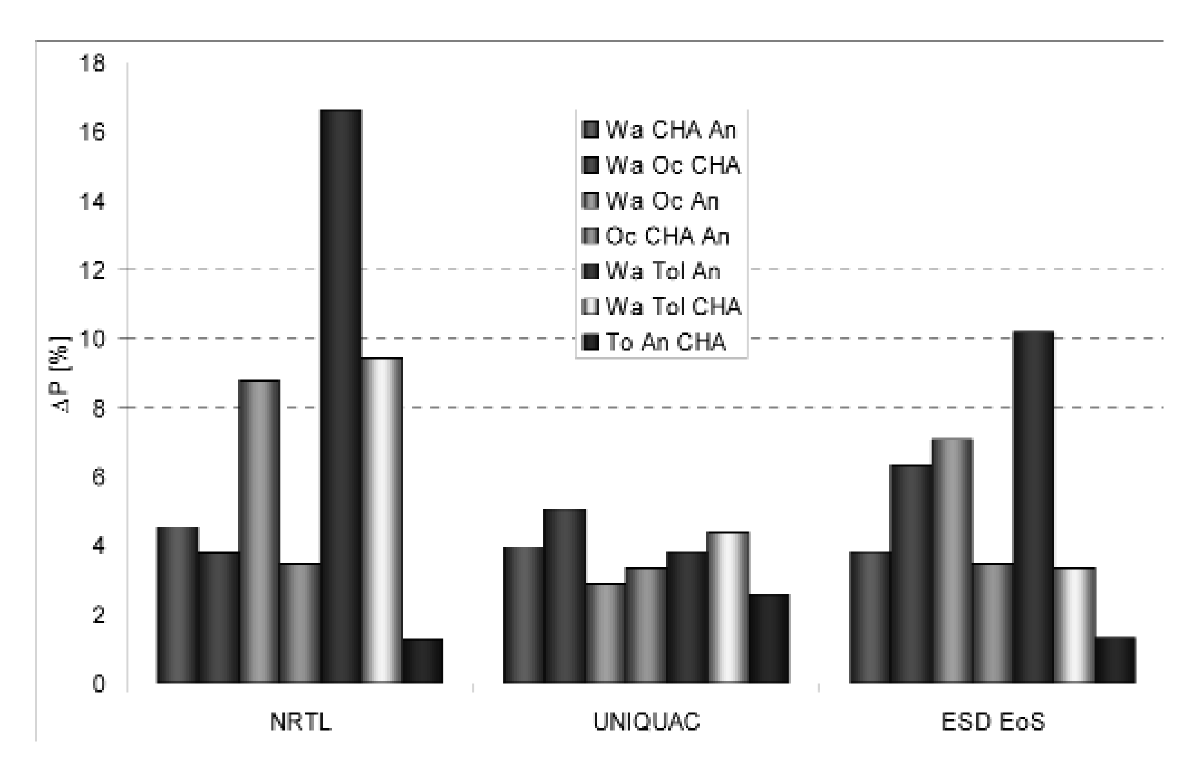


Figure 5. Deviations of the vapor pressure of the ternary predictions from the experimental results.

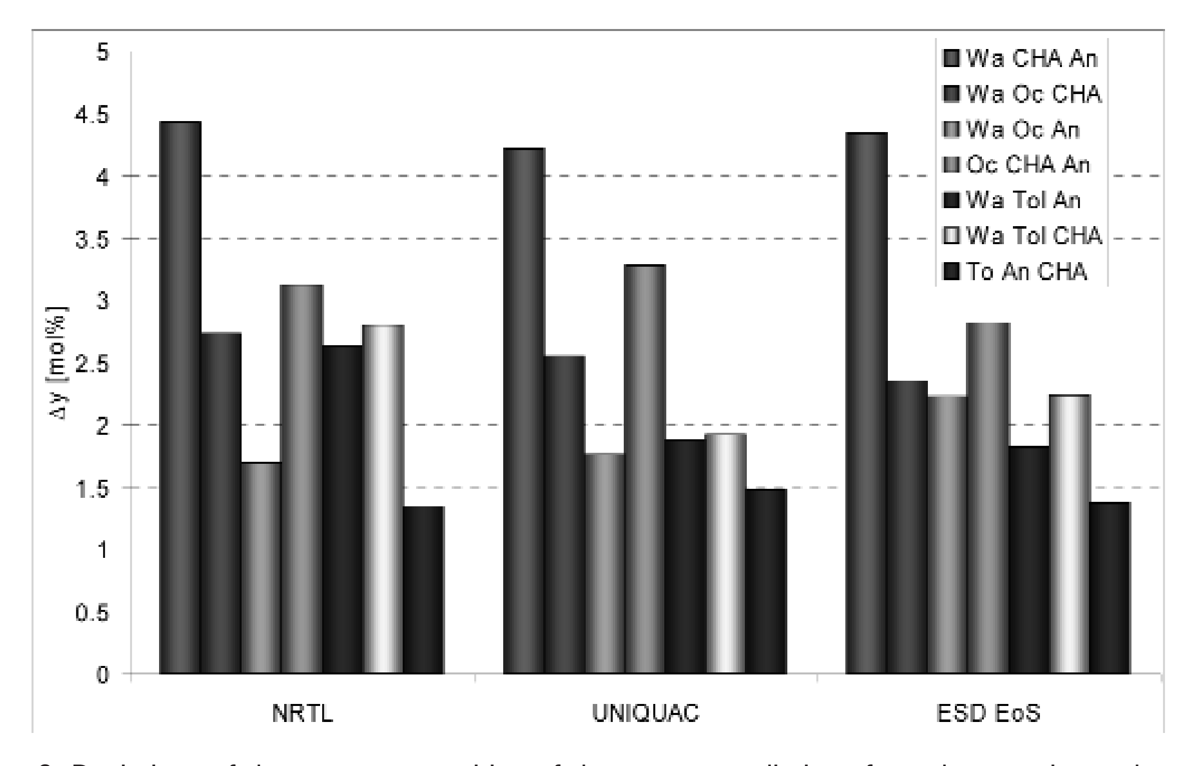
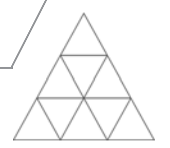


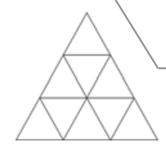
Figure 6. Deviations of the vapor composition of the ternary predictions from the experimental results.



The deviations are also shown in Figure 5 and 6. Notable differences appear in predictions of vapor pressure and vapor composition. The UNIQUAC model yields the best and most reliable prediction of vapor pressure data for all systems, while the NRTL model has difficulties in the system water + octane + aniline, water + toluene + aniline and water + toluene + CHA. The ESD EoS has difficulties in the prediction of the systems water + octane + CHA, water + octane + aniline and water + toluene + aniline. With the UNIQUAC model the vapor pressure could be predicted with an average deviation of 3.7 %. In predictions of vapor composition a different result turned out. All three models yield qualitatively the same good results. The deviations seem to be more dependent of the system than of the model. Only in the systems water + CHA + aniline and octane + CHA + aniline deviations greater then 3 mol% occurred.

References

[1] Renon, H.; Prausnitz, Local Compositions in Thermodynamic Excess Functions for Liquid Mixtures. AIChE J. 1968, 14, 135-144.
[2] Abrams, D. S.; Prausnitz, J. M. Statistical Thermodynamics of Liquid Mixtures: A New Expression for the Excess Gibbs Energy of Partly or Completely Miscible Systems.
AIChE J. 1975, 21, 116-128.
[3] Elliott, J. R.; Suresh, S. J.; Donohue, M. D. A Simple Equation of State for Nonspherical and Associating Molecules. Ind. Eng. Chem. Res. 1990, 29, 1476-1485.
[4] Suresh, S. J.; Elliott, J. R. Multiphase Equilibrium Analysis via a Generalized Equation of State for Associating Mixtures. Ind. Eng. Chem. Res. 1992, 31, 2783-2794.
[5] Wertheim, M. S. Fluids with Highly Directional Attractive Forces. IV. Equilibrium Polymerisation. J. Stat. Phys. 1986, 42, 477-493.
[6] Grenner, A.; Klauck, M.; Schmelzer, J. An Equipment for Dynamic Measurement of Vapour-Liquid Equilibria and Results in Binary Systems Containing Cyclohexylamine. Fluid Phase Equilib. 2005, 233, 173-178.
[7] Klauck, M.; Grenner, A.; Schmelzer, J. Liquid-Liquid(-Liquid) Equilibria in Ternary Systems of Water + Cyclohexylamine + Aromatic Hydrocarbon (Toluene or Propylbenzene) or Aliphatic Hydrocarbon (Heptane or Octane). J. Chem. Eng. Data 2006, 51, 1043-1050
[8] Grenner, A.; Klauck, M.; Meinhardt, R.; Schumann, R.; Schmelzer, J. Ternary Liquid-Liquid (-Liquid) Equilibria of Aniline + Cyclohexylamine + Water, Aniline + Cyclohexylamine + Octane, Aniline + Water + Toluene, and Aniline + Water + Octane. J. Chem. Eng. Data 2006, 51, 1009-1014
[9] Treybal, R. E. Liquid Extraction. McGraw-Hill: New York, 1963.



C. Fritsche / H.-D. Pohl

Kultivierung von *Leishmania tarentolae* in LEXSYBroth YS + Kasein-Medium

Claudia Fritsche, Tel.: (03641) 205676, E-Mail: claudia.fritsche@fh-jena.de, Fachhochschule Jena, Carl-Zeiss-Promenade 2, 07745 Jena

Einleitung

Die Produktion von humanen Proteinen in Bakterien, Hefen oder Zellkulturen ist seit der Zulassung des ersten gentechnisch hergestellten Medikamentes 1982 - humanes Insulins hergestellt in *E.coli* - eine etablierte und anerkannte Verfahrensweise in der modernen Biotechnologie. Je nach Komplexität der rekombinanten Proteine kommen unterschiedliche Expressionssysteme zum Einsatz. Für die Aktivität der Proteine kann es notwendig sein, im Anschluss an die Transkription und Translation diese posttranslational zu modifizieren z.B. durch Anheftung von Zuckerketten (Glykosilierung). Ein etablierter Produktionsorganismus ist *Escherichia coli*, ein Bakterium, was sich durch hohe Wachstumsraten und geringe Nährmedienbedürfnisse auszeichnet. Nachteilig ist, dass keine Glykosilierung von Proteinen möglich ist und *E. coli* zur Bildung von Inclusion bodies neigt. Alternativ kann Hefe als Expressionssystem verwendet werden, welche über Glykosilierungsmöglichkeiten verfügt. Jedoch werden Strukturen erzeugt, welche stark von Säugerzellstrukturen abweichen. Die Folge sind inaktive Proteine.
Zur Produktion von rekombinanten Proteinen mit Glykosilierungsstrukturen nach dem Säugertyp werden Zellkulturen wie CHO-Zellen (*Chinese Hamster Ovary*) oder BHK-Zellen (*Baby Hamster Kidney*) verwendet. Die Nachteile bei diesen Expressionssystemen sind die geringen Verdopplungsraten und der Bedarf an komplexen Inhaltsstoffen im Nährmedium. Dadurch steigen die Kosten für die Produktion im Vergleich zu den Bakterien oder Hefen.
An der Fachhochschule Jena wird an dem neuen Expressionssystem *Leishmania tarentolae* geforscht, welches eine Alternative zu bisherigen Zellkulturen ist [Sodoyer 2004]. Das System besitz die Fähigkeit zur N-terminalen Glykosilierung rekombinanter Proteine nach dem Säugertyp, was Breitling et al. [2002] an Proteinen wie Erythropoietin oder Interferon γ nachgewiesen haben. Das *L. tarentolae* Expressionssystem ermöglicht die Integration der Fremd-DNA in die Wirts-DNA durch einen Expressionsvektor und stellt damit die Transkription unter die Kontrolle der RNA Polymerase I. Sowohl konstitutiv exprimierende als auch induzierbare Stämme sind erhältlich.
Leishmania tarentolae ist eigentlich ein Parasit für die Eidechse *Tarentolae annularis* und gehört innerhalb der Eukaryoten in das Reich der Protozoen. Die *Leishmania* Spezies ist ein Parasit für Mensch und Tier, wobei die human-pathogenen Stämme Krankheiten wie Leishmaniasis, Kalar-Azar und Orientbeule im tropischen und subtropischen Gebieten der Erde auslösen. Der Lebenszyklus von *Leishmania* ist gekennzeichnet durch verschiedene Zellstadien. In den Makrophagen des Wirtsorganismus kommen die Zellen als Amastigoten vor, wobei sie eine runde, unbegeißelte Form besitzen. Als Vektororganismus zwischen den Wirten fungiert die Sandfliege, welche die *Leishmania* Zellen durch eine Blutmahlzeit aufnimmt. In der Sandfliege erfolgt die Umwandlung in die Promastigote Form, welche durch eine tropfenförmige, einfach begeißelte Form gekennzeichnet ist. Gegenstand der Forschung an der Fachhochschule Jena ist, das Wachs-

tumsverhalten des neuen Expressionssystems *Leishmania tarentolae* zu untersuchen und neue Nährmedien für die Kultivierung zu entwickeln. Ein Ziel dabei ist, den Anteil an tierischen Bestandteilen im Nährmedium zu reduzieren, um Kontaminationsquellen des rekombinanten Proteins mit Viren und Prionen zu verringern und letztendlich ein synthetisches Nährmedium zu entwickeln. Das Expressionssystem soll dadurch attraktiver für die Produktion von Diagnostika und Therapeutika zur Anwendung am Menschen gemacht werden, um die Position der Alternative zu bisherigen Zellkulturen weiter zu verstärken.

Material und Methoden

Die Kultivierung der promastigoten Form von *L. tarentolae* p10 (WT) erfolgt als Standkultur, im Schüttelkolben und im Fermenter bei einer Temperatur von 26 °C. Zur Kultivierung dient das LEXSY-Broth YS + Kasein-Medium, welches aus Trypticase-Soja-Broth und Hefeextrakt hergestellt wird. Zur Vermeidung von bakteriellen Kontaminationen wird Penicillin-Streptomycin in das Medium gegeben. Als C-Quelle wird Glukose zugegeben, als Eisenquelle Hemin.
Zur Bestimmung des Wachstumsverhaltes wird die Optische Dichte bei 600 nm gemessen und die Trockenbiomasse (TBM) über das Verhältnis 1 OD = 0,969 g TBM/L errechnet. Die Messung des Glukosegehaltes erfolgt mit Hilfe eines Glukometers und die Ermittlung der Zellzahl mit dem Coulter Counter Z2. Die Fermentation im 2L Rührreaktor wird mit speziellen Zellkultur-Rührern durchgeführt. In der Abbildung 1 ist schematisch der gesamte Prozess von der Standkultur bis zum Fermenter dargestellt.

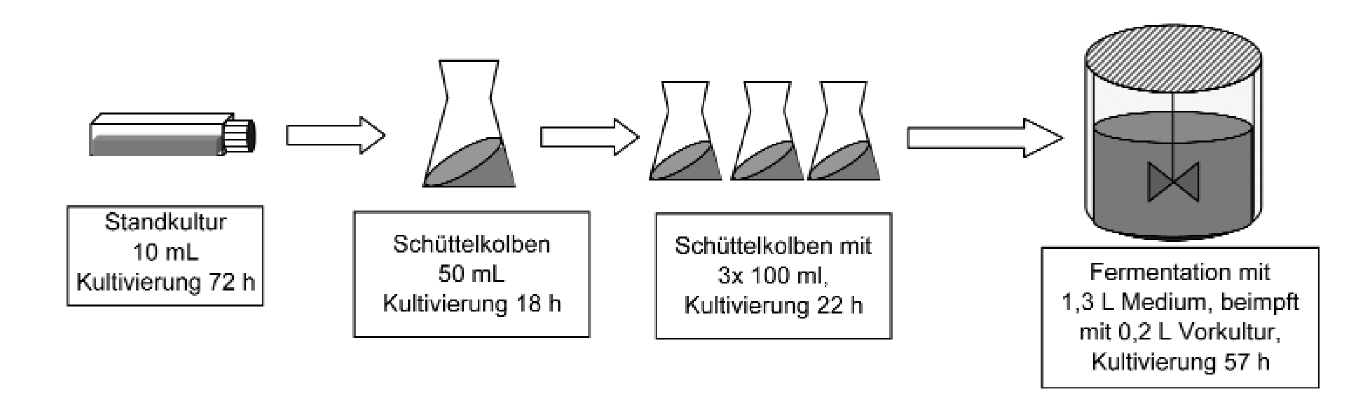
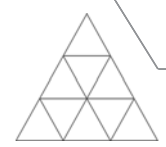


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Kultivierungsstufen für die Fermentation

Die Kultivierung im Bioreaktor wird mit einer Belüftungsrate von 1 VVM und einer pHRegelung mit 0,5 %igen Ammoniak zu pH 7,34 durchgeführt. Die Sauerstoffversorgung wird über eine pO_2-Regelung garantiert, wobei der steigende Sauerstoffbedarf über die Erhöhung der Rührerdrehzahl bei einem konstanten pO_2 von 20 % ausgeglichen wird. Glukose wird zyklisch als Impuls in das Nährmedium gegeben.

Ergebnisse und Diskussion

Grundlegende Wachstumsparameter von *L. tarentolae* in dem komplexen LEXSYBroth YS + Kasein-Medium wurden untersucht. Bei der Kultivierung im Schüttelkolben konnte eine spezifische Wachstumsrate (μ) von 0,086 g TBM/L ermittelt werden bei einem



Ertragskoeffizienten $Y_{X/S}$ von 1,1 g TBM/ g Glukose. Obwohl genügend Glukose als primäre C-Quelle im Schüttelkolben vorhanden war, verringerte sich die spezifische Wachstumsrate auf 0,062 h^{-1} bei einer erreichten Biomassedifferenz ΔX von 1,3 g TBM/L. Ein essentieller Bestandteil des Nährmediums war aufgebraucht. Die Zellen mussten zur Erschließung von neuen Nährstoffquellen zusätzliche Substanzen produzieren und ausscheiden. Dies beansprucht den Metabolismus und resultiert in einer verringerten spezifischen Wachstumsrate. Nach der vollständigen Verstoffwechselung der Glukose führten die Zellen nur noch Erhaltungsstoffwechsel auf Basis einer alternativen C-Quelle des Komplexmediums durch.
Das Wachstumsverhalten von *L. tarentolae* im Rührreaktor wurde unter Verwendung des LEXSY-Broth YS + Kasein-Mediums untersucht. In vorherigen Versuchen konnte bereits gezeigt werden, dass eine Kultivierung von *L. tarentolae* im Rührreaktor bei unterschiedlichen Prozessbedingungen möglich ist [Fritsche und Pohl 2006]. Hierbei kam das LEXSY-Broth BHI-Medium zum Einsatz, welches auf Rinderextrakt basiert.
Die Fermentation mit dem LEXSY-Broth YS + Kasein-Medium erfolgte als FedBatch-Strategie, wobei die primäre C-Quelle Glukose zyklisch als Impuls in das Nährmedium gegeben wurde. Die Glukosekonzentration im Fermenter wurde so zwischen 1 und 2 g/L konstant gehalten. Ein Umschalten auf ein alternatives Substrat sollte damit unterbunden werden und der Prozess möglichst mit μ_{max} geführt werden.

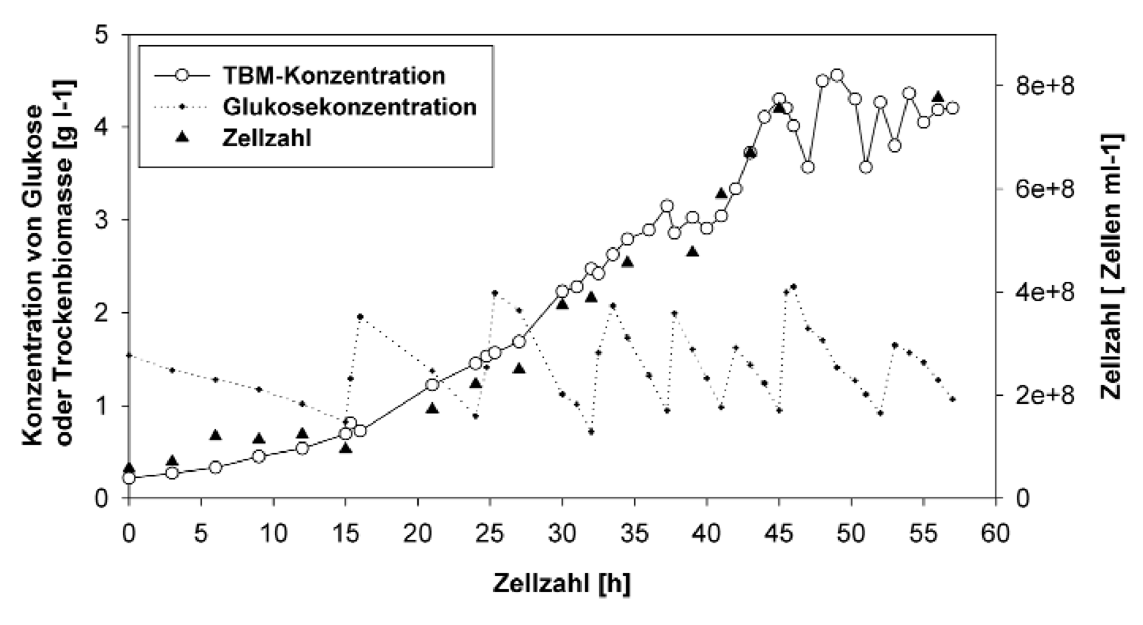


Abbildung 2: Kinetiken der Wachstumsparameter Trockenbiomasse, Glukosekonzentration und Zellzahl im 2 L Rührreaktor in LEXSY-Broth YS + Kasein-Medium

In der Fermentation wurde eine maximale Biomassekonzentration von 4,5 g TBM/L erreicht bei einer Zelldichte von 7,7 x 10^8 Z/mL, siehe Abbildung 2. Die Optische Dichte korreliert mit der Zellzahl zu 1 OD = 1,69 * 10^8 Zellen/mL. In der logarithmischen Auswertung in Abbildung 3 sind unterschiedliche Wachstumsphasen im Verlauf des Prozesses erkennbar. Die Zellen wachsen zu Beginn mit einer spezifischen Wachstumsrate von 0,08 h^{-1}. Bei einer gebildeten Biomassedifferenz ΔX von 1,3 g TBM/L sinkt die spezifische Wachstumsrate wie im Schüttelkolben auf 0,064 h^{-1} ab. Somit liegen im Fermenter die gleichen physiologischen Randbedingungen wie im Schüttelkolben vor.

Das anschließende Absinken der spezifischen Wachstumsrate von 0,064 h^{-1} auf 0 zeigt bei unlimitierter C-Quelle, das ein essentielles Substrat fehlt. Bestätigung findet sich darin, das dass Wachstum durch eine Zugabe von Hemin in der 40. Stunde reaktiviert werden konnte.

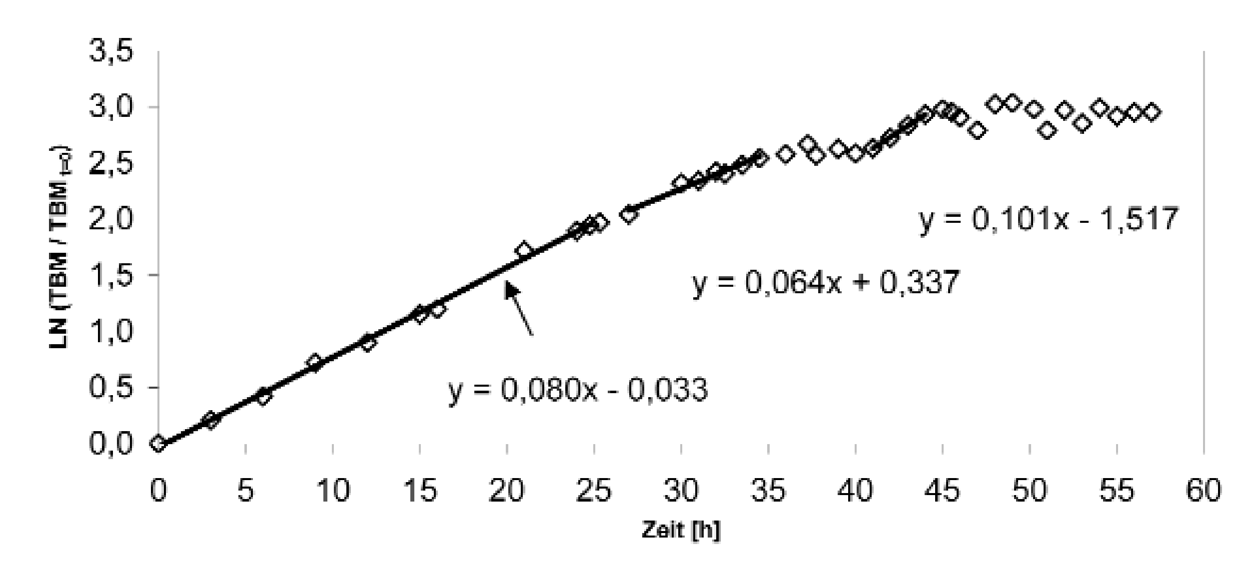
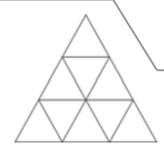


Abbildung 3: Logarithmische Auswertung des Wachstumsverlaufes der Fermentation. Der Anstieg der Regressionsgeraden entspricht der spezifischen Wachstumsrate μ.

Aus der Literatur ist bekannt, dass die *Leishmania* Spezies Hemin als essentiellen Stoff für das Wachstum benötigen, da sie einen defekten Biosyntheseweg besitzen [Pal et. al. 2001]. Hemin, die chlorierte Form des Häm-Moleküls, wurde zu Beginn der Fermentation zugegeben. Die erneute Zugabe von Hemin regte die Zellen zu einem weiteren exponentiellen Wachstum an, welches für ca. 5 Stunden anhielt. Danach endete das Wachstum in einer stationären Phase bei ca. 4,2 g TBM/L. Erneute Zugaben von Hemin konnten diesen Effekt nicht wieder auslösen. Die erneute stationäre Phase weißt darauf hin, dass das Wachstum aufgrund von mehrfachen Limitationen zum Erliegen kommt, obwohl die detektierbaren Substrate im Überschuss vorliegen. Das verbrauchte Nährmedium unterstützt nur noch den Erhaltungsstoffwechsel.
Als Ergebnis dieser Untersuchungen kann festgestellt werden, dass *Leishmania tarentolae* erfolgreich in dem LEXSY-Broth YS + Kasein-Medium kultiviert wurde. Dabei wurde eine maximale Biomasse von 4,2 g TBM/L bzw. eine Zellzahl von 7,7 x 10^8 Z/mL erreicht, welche deutlich höher ist als Literaturangaben. Meehan und Lundberg [2000] erzielten eine maximale Zelldichte von 2 * 10^8 Z/mL für *L. tarentolae* im BHI-Medium, welches auf Rinderextrakten basiert.
Weiterhin ist hervorzuheben, dass das LEXSY-Broth YS + Kasein-Medium nur noch geringe Anteile an Stoffen mit tierischem Ursprung enthält. Lediglich enzymatisch abgebautes Kasein ist mit ca. 25 % Massenanteil noch enthalten. Kasein ist das Haupteiweiß in der Milch von Tieren und in der Regel drastisch reduziert im Prionengehalt. Damit verringert sich die Kontaminationsquelle für ein rekombinantes Produkt deutlich.



Ausblick

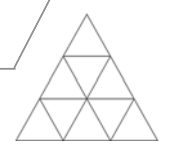
Das LEXSY-Broth YS+Kasein-Medium dient als Basis für die Entwicklung eines Nährmediums ohne tierische Inhaltsstoffe, woran an der FH Jena weiter geforscht wird. Für die biotechnologische Prozessführung ist die Reaktivierung des exponentiellen Wachstums durch die erneute Heminzugabe sehr interessant, da in Produktionsprozessen möglichst hohe Biomassedichten erzeugt werden sollen. Weiterführende Untersuchungen sind aber erforderlich, um die limitierenden Komponenten im Nährmedium herauszufinden und geeignete Prozessstrategien zu entwickeln.

Danksagung

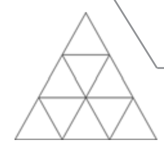
Die Forschungsarbeiten sind Teil der Promotion von Frau C. Fritsche an der FH Jena und wir bedanken uns für die Bereitstellung der Personalstelle. Der Firma Jena Bioscience GmbH danken wir für die finanzielle Unterstützung.

Literatur

[1] Breitling, R.; Klingner, S.; Callewaert, N.; Pietrucha, R.; Geyer, A. Ehrlich, G.; Hartung, R.; Müller, A.; Contreras, R.; Beverley, S.; Alexandrov, K.: Non-pathogenic trypanosomatid protozoa as a platform for protein research and production; Protein Expression and Purification; Vol 25; 209-218; 2002.
[2] Fritsche, C.; Pohl, H.-D.: Kultivierung des Parasiten Leishmania tarentolae im Laborfermenter; Posterbeitrag; 7. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz mitteldeutscher Fachhochschulen; Fachhochschule Harz; Wernigerode; 20. Januar 2006.
[3] Meehan, H. A.; Lundberg, R. A.: A trypanosomatid protein specifically interacts with a mammalian iron-responsive element; Parasitol Res; Vol 86; 109 - 114; 2000.
[4] Pal, J.; Joshi-Purandare, M.: Dose-dependent differential effect of hemin on protein synthesis and cell proliferation in Leishmania donovani promastigotes cultured in vitro; J. Biosciences; Vol. 26; 225-231; 2001.
[5] Sodoyer, R.: Expression systems for the production of recombinant pharmaceuticals; Biodrugs; Vol. 18; Issue 1; 51-62; 2004.



Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften



C. Schürmeier

E-Government in der Hochschulverwaltung - Rechtlicher Rahmen studienbezogener Verwaltungsprozesse

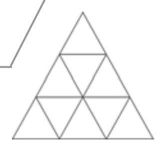
Claudia Schürmeier, Tel.: (03943) 659-415, E-Mail: cschuermeier@hs-harz.de, Hochschule Harz, Fachbereich Verwaltungswissenschaften, Friedrichstr. 57 - 59, 38855 Wernigerode

1 Einleitung

Der rasante Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK) erfasst sämtliche Bereiche des gesellschaftlichen Lebens und bringt nachhaltige Veränderungen mit sich. Insbesondere sehen sich sowohl der einzelne Bürger als auch die gesamte öffentliche Verwaltung mit dieser Entwicklung konfrontiert, die ihren Ausdruck auch in einer umfassenden Verwaltungsmodernisierung findet.
Wesentliche Bedeutung kommt in diesem Prozess dem Electronic Government[1] zu. Vor diesem Hintergrund stellt sich immer wieder die Frage nach Ansatzpunkten für eine Optimierung der Verwaltungsabläufe. Inzwischen implementieren bereits zahlreiche Behörden und Institutionen E-Government-Komponenten in ihre Verwaltungsprozesse, um diese effektiver, effizienter, transparenter und bürgerfreundlicher zu gestalten.
Das seit Dezember 2005 im Kompetenzzentrum für IuK/Tourismus/Dienstleistungen an der Hochschule Harz (Wernigerode) am Fachbereich Verwaltungswissenschaften laufende Projekt "Rechtliche Grundlagen einer elektronischen Verwaltungsstruktur auf Landkreisebene[2]" beschäftigt sich mit rechtlichen Fragen beim Einsatz von E-Government-Anwendungen in der Landkreisverwaltung und bietet darüber hinaus - eingebunden in ein Promotionsvorhaben - die Möglichkeit, sich mit ähnlich gelagerten Problemen auf der Ebene der Hochschulverwaltung auseinander zu setzen.
Der vorliegende Beitrag befasst sich exemplarisch mit der aktuellen Entwicklung im Bereich automatisierter studienbezogener Verwaltungsabläufe. Dabei werden die rechtlichen Anforderungen beim Aufbau einer E-Government-Infrastruktur berücksichtigt.

2 E-Government - Versuch einer Begriffsklärung

Der Terminus "E-Government" ist zwar in aller Munde, aber was ist darunter zu verstehen? Eine einheitliche Definition hat sich bislang noch nicht durchgesetzt. Als grundlegend gilt aber die Speyerer Definition von E-Government, die den Begriff als "Abwicklung geschäftlicher Prozesse im Zusammenhang mit Regieren und Verwalten (Government) mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechniken über elektronische Medien" versteht[3]. Daneben bestehen zahlreiche andere, teils auch sehr weit gefasste Definitionen[4]. Das Memorandum E-Government bezeichnet E-Government als: "(...) die Durchführung von Prozessen der öffentlichen Willensbildung, der Entscheidung und der Leistungserstellung in Politik, Staat und Verwaltung unter sehr intensiver Nutzung der Informationstechnik"[5]. Eine eher pragmatische Definition vertritt hingegen das *Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik*. Es bezeichnet E-Government als die "Nutzung elektronischer Informations- und Kommunikationstechnik zur Einbeziehung des Kunden in das Handeln von Regierung und öffentlicher Verwaltung.[6]" Trotz unterschiedlicher Erklärungsansätze besteht jedoch erkennbar Einigkeit in der Beziehung staatlichen Handelns zur Informations- und Kommunikationstechnik.

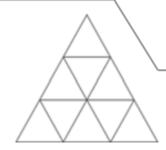


3 Rechtliche Beurteilung studienbezogener E-Verwaltungsprozesse

Als Rahmenbedingungen für die Einführung von E-Government an Hochschulen kommen neben technischen, wirtschaftlichen und sozialen vor allem rechtliche Aspekte in Betracht[7]. Hier stellt sich in erster Linie die Frage nach der Vereinbarkeit des E-Government mit verschiedenen Rechtsbereichen, wie z.B. dem Verfassungsrecht, Verwaltungsrecht und Datenschutzrecht.
Um die elektronischen Verwaltungsprozesse in der Hochschulverwaltung näher erörtern zu können, soll zunächst kurz auf die rechtliche Einordnung der Aufgaben einer Hochschulverwaltung eingegangen werden. Als Körperschaften des öffentlichen Rechts und zugleich staatliche Einrichtungen gesteht ihnen der Bundesgesetzgeber das Recht auf Selbstverwaltung im Rahmen der Gesetze zu (§ 58 Abs. 1 HRG[8]). Die nähere Ausgestaltung der Selbstverwaltung erfolgt durch Landesrecht, exemplarisch sei hier auf § 55 HSG LSA[9] verwiesen. Danach unterscheidet der Landesgesetzgeber nach Selbstverwaltungsangelegenheiten, also Aufgaben, die die Hochschulen als eigene Angelegenheiten unter der Rechtsaufsicht des Landes wahrnehmen, und Auftragsangelegenheiten als staatlich übertragene Aufgaben zur Erfüllung im Auftrag des Landes. Zu den im § 55 Abs. 2 HSG LSA vorgeschriebenen Selbstverwaltungsaufgaben gehören u.a. Angelegenheiten der Forschung und Lehre, die Immatrikulation und Exmatrikulation sowie die Hochschulprüfungen.
Verwaltungsprozesse in der Hochschule gehen einher mit der - zumeist automatisierten - Erhebung, Verarbeitung und Nutzung von personenbezogenen Daten sowohl der Hochschulangehörigen als auch der Studienanwärter. Bedingt dadurch entsteht ein Datenstrom, der rechtlichen Anforderungen genügen muss.
Zu untersuchen ist, ob die Prozesse in der Hochschulverwaltung mit geltendem Datenschutzrecht vereinbar sind oder der Datenschutz gar ein Hindernis für eine weitere Modernisierung von Verwaltungsprozessen darstellt.

3.1 Hochschulzulassung und Immatrikulation

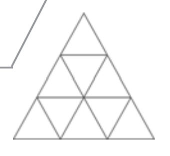
Vergleichbar mit anderen Verwaltungen soll durch eine Automatisierung von studienbezogenen Verwaltungsprozessen den besonderen Bedürfnissen der Studieninteressierten und Studierenden nach schnellerer und einfacherer Erledigung ihrer Angelegenheiten Rechnung getragen werden. So bietet etwa die Internet-Präsenz einer Hochschule bereits in der Phase der Orientierung auf einen bestimmten Studiengang umfassende Informationen an.
Die Aufnahme eines Studiums setzt die Zulassung an einer Hochschule voraus. Mit Blick auf die hohe Anzahl an Studierenden ist die Zulassung abhängig von den an den Hochschulen zur Verfügung stehenden Kapazitäten. So besteht entweder an der jeweiligen Hochschule eine örtliche Zulassungsbeschränkung oder der Studiengang wird aufgrund der zu erwartenden hohen Bewerberzahl in das Verfahren der Zentrale für die Vergabe von Studienplätzen (ZVS)[10] aufgenommen. Die Antragstellung auf die Zulassung zu bundesweiten ZVS-Studiengängen (z.B. Medizin) kann bei der ZVS mit Hilfe des elektronischen "Mitarbeiters" AntOn[11] online gestellt werden. Für die mit der Antragstellung verbundene Datenverarbeitung durch die ZVS gelten - aufgrund Artikel 2 des Staatsvertrages über die Vergabe von Studienplätzen, der Dortmund als Sitz der ZVS



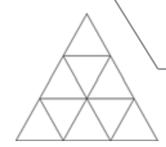
festlegt - die Regelungen des Datenschutzgesetzes des Landes Nordrhein-Westfalen[12].
Ist eine Hochschulzulassung ausgesprochen, folgt als ein weiterer wesentlicher Verwaltungsvorgang die Immatrikulation. Sie begründet die Mitgliedschaft als Studierender an einer Hochschule und ist an bestimmte normative Voraussetzungen geknüpft. Einzelheiten hierzu regeln die Hochschulgesetze der Länder sowie die Immatrikulationsordnungen der jeweiligen Hochschulen.
An zahlreichen Hochschulen in Deutschland besteht seit einiger Zeit die Möglichkeit der Online-Immatrikulation[13]. Zum Teil ist die Nutzung dieser Anwendung schon so weit fortgeschritten, dass die Eingabe der für die Immatrikulation erforderlichen Daten nur über das Internet erfolgen kann[14]. Allerdings ist zu bemerken, dass zwar die Dateneingabe über ein Online-Formular per Internet erfolgt, die für die Immatrikulation erforderlichen Unterlagen (z.B. Abitur-Zeugnis) jedoch per Post an das Immatrikulationsamt einzusenden sind. Dieser sog. Medienbruch lässt sich überwinden, wenn die qualifizierte elektronische Signatur, etwa zum Zweck der Beglaubigung eingescannter Urkunden, flächendeckend angewendet wird. Eine solche Infrastruktur gibt es aber gegenwärtig weder an den Hochschulen noch bei anderen Behörden.
Als Immatrikulations-Software findet HIS SOS[15] der Hochschul-Informations-System GmbH (HIS) verbreitete Anwendung. Ermöglicht wird so u.a. die Abwicklung der Einschreibung auf der Basis der durch das Modul HIS ZUL erfassten Bewerberdaten[16]. Alternativ zu HIS ZUL setzt z.B. die Ruhr-Universität Bochum die Immatrikulationssoftware IMMATRIX[17] ein. Bemerkenswert an dieser Anwendung ist die Möglichkeit zur Anfertigung eines Passbildes des Antragstellers für die Immatrikulation vor Ort per Web-Cam.

3.2 Prüfungsverfahren

Einen weiteren Kernbereich der studienbezogenen Verwaltung bildet das Prüfungsverfahren[18]. Entsprechende Rahmenvorgaben zu Prüfungsordnungen, Prüfungen und Leistungspunktesystemen legt § 16 f. HRG fest. Ihre Konkretisierung erfahren die Hochschulprüfungen jedoch durch die Hochschulgesetze der Länder und durch die von den Hochschulen für die einzelnen Studiengänge erlassenen Prüfungsordnungen.
Auch das Prüfungsverfahren wird in zahlreichen Hochschulverwaltungen bereits durch Fachanwendungen elektronisch unterstützt. Wie für andere studienbezogene Verwaltungsprozesse greifen die Hochschulen hier ebenfalls auf die Software der HIS-GmbH zurück. So bietet z.B. das Prüfungsverwaltungsmodul HIS POS eine umfassende Funktionalität (Unterstützung der Prüfungs-organisation oder der Erstellung von Prüfungsstundenplänen)[19]. Ein entsprechendes E-Government-Modul (HIS QIS POS) dient der Qualitätssteigerung der Hochschulverwaltung im Internet durch Selbstbedienungsfunktionen für Studierende, Hochschullehrer und Mitarbeiter/innen der Prüfungsverwaltung[20].
Wie bei der Immatrikulation kann auch die Prüfungsanmeldung über das Internet erfolgen. Wird eine Prüfungsanmeldung auf elektronischem Wege angeboten, muss eine entsprechende Rechtsgrundlage in der Prüfungsordnung verankert sein.
Bei der Online-Prüfungsanmeldung können sich - etwa aufgrund technischer Mängel oder Bedienungsfehler durch den Nutzer - rechtliche Probleme ergeben. Die Wirksamkeit der Anmeldung wird unter Umständen fraglich sein. Konsequenzen für die Durchführung der



Prüfung und damit den weiteren Studienablauf sind somit nicht auszuschließen. Im Hinblick auf die Internet-Anmeldung traf das VG Saarlouis[21] eine studierendenfreundliche Entscheidung. Der Versuch eines Studierenden, sich online zur Prüfung anzumelden, scheiterte, weil die E-Mail bei der Hochschulverwaltung nicht eingegangen war. Eine Zulassung zur Prüfung wurde ihm daher versagt. Das Gericht entschied jedoch, dass die (irrige) Vorstellung des Studierenden, die Anmeldung bedürfe keiner Anmeldebestätigung, ihm nicht angelastet werden könne. Vielmehr habe die Hochschule, bietet sie entgegen der Prüfungsordnung eine elektronische Prüfungsanmeldung an, die Studierenden darüber zu informieren, dass eine Anmeldequittung ausgegeben und zu Beweiszwecken aufgehoben werden müsse.
Die Automatisierung des Prüfungsverfahrens erstreckt sich nicht nur auf Anmeldung und Bekanntgabe von Prüfungsergebnissen, sondern auch auf die Durchführung der Prüfung selbst. E-Government steht hier in engem Zusammenhang mit E-Learning. Bereits seit einigen Jahren werden vereinzelt Online-Prüfungen im Rahmen von Online-Studiengängen durchgeführt. Als problematisch erwies sich hier jedoch die Authentifizierung des Studierenden. Insbesondere konnte - trotz aufwändiger technischer Hilfsmittel, wie dem Iris-Scan[22] - letztlich nicht sicher festgestellt werden, dass der Prüfling die Aufgaben allein vor seinem PC löst[23]. Während sich diese Form der Prüfungsleistung nicht durchgesetzt hat, gewinnt die sog. E-Klausur, die unter Aufsicht und in entsprechenden Räumlichkeiten der Hochschule stattfindet, vermehrt an Bedeutung. So müssen Studierende einiger Hochschulen (z.B. an der Universität Bremen) in verschiedenen Lehrveranstaltungen anstelle schriftlicher Prüfungsleistungen computergestützte Prüfungen absolvieren. Sie sind z.B. auf der Basis der Lernplattform ILIAS als Klausuren im Multiple-Choice-Verfahren konzipiert[24]. Ein Vorteil der E-Klausuren besteht zweifellos darin, dass die Studierenden alsbald nach Durchführung der Klausur ihre Prüfungsergebnisse erfahren. Für die Lehrenden entfallen angesichts der Ausgestaltung der Klausuren die sonst aufwändigen Korrekturarbeiten. Allerdings ergibt sich ein umfangreicher Arbeitsaufwand in der Phase der Erstellung der Klausuraufgaben[25].
In rechtlicher Hinsicht ist zu bedenken, dass Prüfungsunterlagen, nicht zuletzt aus Beweisgründen, einer Aufbewahrungspflicht unterliegen. Die Prüfungsordnungen schreiben regelmäßig eine Frist von fünf Jahren vor, um dem Akteneinsichtsrecht gem. § 29 VwVfG Rechnung zu tragen. Die Archivierung elektronisch durchgeführter Klausuren ist insoweit aber noch mit Schwierigkeiten verbunden, zumal eine notwendige Integrität der Prüfungsdaten bzw. -ergebnisse sich allenfalls mit Hilfe der qualifizierten elektronischen Signatur herstellen ließe[26]. Wie bereits oben erwähnt, dürfte diese aber an der bislang noch fehlenden Infrastruktur an den Hochschulen scheitern. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Antworten der Studierenden auf die Prüfungsfragen auszudrucken, unterschreiben zu lassen und danach die elektronischen Daten zu löschen[27].
Es gehört mittlerweile zum Studienalltag, dass Studierende im Internet zu jeder Zeit und von jedem Ort aus Einblick in ihre Prüfungsergebnisse nehmen können. Soweit der Zugang nicht über ein Benutzerkennwort und ein Passwort geschützt ist, erweist sich jedoch die Veröffentlichung im Internet allein unter Hinweis auf die Matrikelnummer als datenschutzrechtlich problematisch. Dem Datenschutz ist nur dann entsprochen, wenn eine Vorschrift die Zulässigkeit der Veröffentlichung von Prüfungsergebnissen ausdrücklich vorsieht. Fehlt eine solche Regelung muss der Studierende die wirksame Einwilligung



in einen derartigen Umgang mit seinen Daten erteilt haben. Alternativ ist es aber auch möglich, die Prüfungsergebnisse im Internet pseudonymisiert zu veröffentlichen[28].

3.3 Exmatrikulation

Die Studierenden sind solange Angehörige der Hochschule, bis ihre Mitgliedschaft durch die Exmatrikulation endet. Sie erfolgt z.B. bei einer bestandenen Abschlussprüfung oder auf Antrag durch den Studierenden. Als Folge der Automatisierung von Hochschulzulassung, Immatrikulation und Prüfungsverfahren stellt sich notwendigerweise auch die Frage nach einer Online-Exmatrikulation. Zwar werden auf den Internetseiten der Hochschulen Formulare für einen Antrag auf Exmatrikulation bereitgestellt, thematisiert wird jedoch die elektronische Abwicklung des Verwaltungsprozesses - vergleichbar mit der Online-Immatrikulation - weder im Schrifttum noch in der Praxis. Das mag daran liegen, dass eine Exmatrikulation nicht in jedem Falle geeignet ist, per Selbstbedienungsfunktion durch den Studierenden abgewickelt zu werden, vor allem dann nicht, wenn sie aus Gründen einer endgültig nicht bestandenen Prüfung von Amts wegen zu erfolgen hat. Es bleibt also, die weitere Entwicklung im Hinblick auf die Automatisierung dieses Verwaltungsvorgangs abzuwarten.

4 Ausblick

Die kurze Bestandsaufnahme der aktuellen Entwicklung in den ausgewählten Verwaltungsprozessen hat gezeigt, dass dem E-Government in der Hochschulverwaltung bereits ein hoher Stellenwert zukommt. Es ist absehbar, dass elektronische studienbezogene Verwaltungsprozesse die herkömmliche Verwaltungstätigkeit in einer Hochschule nach und nach ablösen und somit flächendeckend Anwendung finden werden. Trotz der immer weiter voranschreitenden technologischen Entwicklung müssen jedoch die rechtlichen Rahmenbedingungen bei der Einführung neuer E-Government-Komponenten und Fachanwendungen Beachtung finden. Auch kann der Datenschutz bei der Entwicklung einer E-Government-Struktur an Hochschulen nicht als hinderlich, erachtet werden, vielmehr berücksichtigt er das Grundrecht des Einzelnen auf informationelle Selbstbestimmung.

---

[1] Im Folgenden: E-Government.

[2] Projektleiter ist Prof. Dr. Wolfgang Beck, Fachbereich Verwaltungswissenschaften, Hochschule Harz.

[3] Von Lucke/Reinermann, Speyerer Definition von E-Government, URL: http://foev.dhv-speyer.de/ruvii, Speyer 2000, S. 1.

[4] So u.a. Gisler, Einführung in die Begriffswelt des E-Government, in: Gisler/Spahni, (Hrsg.), E-Government, Eine Standortbestimmung, 2. Auflage, Bern u.a. 2001, S. 16.

[5] Gesellschaft für Informatik/Informationstechnische Gesellschaft, Memorandum Electronic Government, Bonn 2000, S. 3.

[6] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hrsg.), E-Government-Handbuch, Das E-Government-Glossar, Bonn 2004.

[7] Hierzu eingehend: Beck, Rechtsfragen der elektronischen Verwaltung, in: Stember/Pundt, (Hrsg.), E-Government und die Zukunft der öffentlichen Verwaltung, Ostbevern, 2005, S. 109 ff.; Mehlich, Electronic Government, Die elektronische Verwaltungsreform, Grundlagen - Entwicklungsstand -

Zukunftsperspektiven, Wiesbaden 2002, S. 33 ff.; im Ganzen: Bär/Hohl/Möstl/Müller, Rechtskonformes E-Government - E-Government-konformes Recht, Stuttgart 2005; Kröger/Hoffmann (Hrsg.), Rechts-Handbuch zum E-Government, Köln 2005.

[8] Hochschulrahmengesetz vom 26. Januar 1976 (BGBl. I S. 185), zuletzt geändert durch Gesetz v. 27.12.2004 (BGBl. I 3835).

[9] Hochschulgesetz des Landes Sachsen-Anhalt vom 5. Mai 2004 (GVBl. LSA S. 255), zuletzt geändert durch Gesetz v. 21.3.2006 (GVBl. S. 102, 124).

[10] Die ZVS als rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts hat die Aufgabe, Studienplätze für das erste Fachsemester an staatlichen Hochschulen in Verteilungsverfahren oder Auswahlverfahren zu vergeben.

[11] URL: www.zvs.de/Antragstellung/AllgemAntOn.htm.

[12] Vgl. Witt, Datenschutz an Hochschulen, Ulm 2004, S. 42.

[13] Z.B. Ruhr-Universität Bochum, Universität Münster.

[14] Vgl. z.B. die Online-Immatrikulation an der Universität Göttingen, URL: www.uni-goettingen.de/de/sh/3003.html.

[15] Erhellend zu den Funktionalitäten von HIS SOS vgl. Produkttelegramm SOS 03/2006 URL: http://www.his.de/Abt1/HISSOS/Service/Software/Katalog/Produkttelegramme/SOS.pdf.

[16] Kritisch hierzu: Witt, Datenschutz an Hochschulen, Ulm 2004, S. 42.

[17] TLDevelop GmbH, URL: www.tldevelop.de/seiten/tld_hssoft_immatrix.html.

[18] Eingehend hierzu Zimmerling/Brehm, Prüfungsrecht, 2. Auflage, Köln u.a. 2001, Rdn. 111 ff.; Niehues, Schul- und Prüfungsrecht, Band 2, Prüfungsrecht, 4. Auflage, München 2004, Rdn. 102 ff.

[19] Zu den Funktionalitäten im Einzelnen vgl. Produkttelegramm POS 03/2006, URL: www.his.de/Abt1/HISPOS/Service/Software/Katalog/Produkttelegramme/POS.pdf.

[20] Vgl. Produkttelegramm QISPOS 03/2006, URL: www.his.de/Abt1/HISPOS/Service/Software/Katalog/Produkttelegramme/QIS_POS.pdf.

[21] Beschluss v. 23.07.1998 (1 F 73/ 98), NJW 1998, 3221 f.

[22] Hierbei handelt es sich um ein biometrisches Verfahren, mit dessen Hilfe im Wege des Scannens die Iris und damit die Identität des Betroffenen abgeglichen wird.

[23] Vgl. Müskens, Online-Klausuren, in: Hanft (Hrsg.), Grundbegriffe des Hochschulmanagements, Neuwied 2001, S. 321 f.

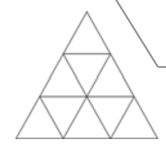
[24] Vgl. etwa das Projekt E-Learning - E-Klausuren der Johannes Gutenberg Universität Mainz, URL: www.e-learning.uni-mainz.de/113.php.

[25] Im Einzelnen vgl. Zentrum für Multimedia in der Lehre, www.zmml.uni-bremen.de/exam/projekt/vor_nachteile.htm.

[26] Vgl. Küstermann/Melcher/Toussaint/Seese, Online-Klausur mit ILIAS, in: RZ News (Uni Karlsruhe), 7/8 2005, S. 6, 9 f. http://www.rz.uni-karlsruhe.de/download/news0507.pdf.

[27] So der Ansatz des Instituts für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren der Universität Karlsruhe, vgl. Küstermann/Melcher/Toussaint/Seese, a.a.O, S. 6, 9 f.

[28] Zur Problematik im Einzelnen vgl. Zentrale Datenschutzstelle der baden-württembergischen Universitäten (ZENDAS), Veröffentlichung von Prüfungsergebnissen im Internet, http://www.zendas.de/recht/bewertung/noten_im_internet.html, m.w.N.



A. Berneburg

Ansätze zur Ermittlung von Konsumentenpräferenzen mittels Conjoint Analyse auf der Basis von 2D- und 3D-Visualisierungen

Alma Berneburg, Tel.: (03461) 462-432, E-Mail: alma.berneburg@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg (FH), Fachbereich Wirtschaftenwissenschaften, Geusaer Straße 88, 06217 Merseburg

1. Einleitung

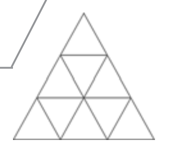
Bei der Konstruktion einer conjointanalytischen Erhebung von Konsumentenpräferenzen wird stets das Augenmerk gelegt auf das richtige Untersuchungsdesign, relevante Attribute und Ausprägungen oder eine repräsentative Stichprobe. Vor diesem komplexen Hintergrund darf jedoch ein ebenfalls sehr wichtiger Aspekt nicht vergessen werden: das geeignete Format der Stimuluspräsentation.

Heutzutage ist es technisch möglich, innovative 3D-Simulationen in ein Testdesign zu integrieren. Um jedoch den Einfluss dieser dreidimensionalen Visualisierung auf die Ergebnisqualität einer Conjoint Analyse zu messen, muss zunächst eine Untersuchung der Validität vorgenommen werden. In der vorliegenden Studie wird eine Conjoint Analyse in zwei unterschiedlichen Versionen durchgeführt: einmal wird der Stimulus mit Hilfe zweidimensionaler Bilder präsentiert und einmal als 3D-Simulation. Die Analyse zeigt eine sehr vergleichbare Ergebnisqualität.

2. Literature Review

In den letzten 2 Jahrzehnten haben sich einige Studien mit dem Vergleich unterschiedlicher Formen der Stimuluspräsentation in conjointanalytischem Umfeld mit Hinblick auf Kriterien wie Reliabilität und Validität der Messung beschäftigt. Die meisten Studien haben sich dabei speziell mit dem Vergleich von verbalen vs. visuellen Präsentationsformaten beschäftigt (z.B. Louviere et al. 1987, de Bont 1992, Huisman 1997 oder Vriens et al. 1998), während andere Studien sich mehr auf den Vergleich von verbalen Stimuli mit realen Produkten konzentriert haben (z.B. Anderson 1987 oder Sattler 1994). Nur sehr vereinzelte Studien beschäftigen sich mit der Einbeziehung multimedialer Stimuli in die Conjoint Analyse (Ernst/Sattler 2000), obwohl Huisman schon 1997 eine Einbeziehung solcher Techniken forderte, um die Messung für den Probanden realistischer und unterhaltsamer zu gestalten. Ein Grund für die fehlende Einbeziehung multi-medialer Stimuli in eine Conjoint Analyse ist sicherlich die bisher immer noch weitestgehend fehlende Möglichkeit der technischen Umsetzung. Erst in jüngster Vergangenheit sind technische Lösungen entstanden, die eine überzeugende Stimuluspräsentation im multi-medialen und besonders auch mehrdimensionalen Bereich ermöglichen.

Heutzutage ist es somit nicht nur möglich, Bilder und Töne in eine Conjoint Analyse zu integrieren, es ist sogar möglich geworden, dreidimensionale Simulationen in das Testdesign zu implementieren (für Details siehe den technischen Anhang.) Dieser Ansatz verspricht viele Vorteile: Die immer noch häufig sehr artifiziellen Testumgebungen können mit einem höheren Grad an Realitätsnähe umgesetzt werden. Diese Tatsache sollte die Validität und Generalisierbarkeit der Testergebnisse fördern. Loosschilder et al. haben in diesem Zusammenhang 1995 bereits formuliert, dass ein Nachteil simpler 2D-Stimuli



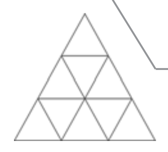
die fehlende Möglichkeit ist, komplexe Objekte mit Perspektive und einem Gefühl räumlicher Tiefe zu testen. Dies ist besonders relevant für Produkte, die Testpersonen gemeinhin möglichst realistisch und von verschiedenen Perspektiven betrachten wollen wie Automobile, Handys, Möbel oder das Verpackungsdesign von Produkten. Hier könnten 3D-Simulationen entscheidende Vorteile liefern: „the realism of stimuli is a determinant of the validity of consumer evaluations" (Loosschilder et al. 1995, S. 21). Weiterhin könnte in Studien, die ansonsten reale Produkte oder zumindest Prototypen beinhaltet hätten, "time to the market"-Faktoren besser berücksichtigt werden und Testergebnisse könnten schneller und kostengünstiger erlangt werden, da die Einbeziehung teurer Dummys oder realer Produkte ersetzt werden kann durch hochflexible virtuelle Produktdarstellungen. Dabei darf natürlich nicht übersehen werden, dass verbale oder 2D-Stimuli noch kostengünstiger sind, dabei aber auch weniger realistisch in ihrem Erscheinungsbild. Abschließend kann die Evaluation von Produktinnovationen mit 3D-Simulationen vor möglichst realistischem Hintergrund zu einem wesentlich früheren Zeitpunkt stattfinden als es bisher möglich war – ein Aspekt, der besonders bei Produkten mit vollkommen neuen Attributen einen drastischen Vorteil darstellt (Sattler 1994).

3. Untersuchungsdesign

Um die Effekte dreidimensionaler Stimuli in einer conjointanalytischen Testumgebung zu untersuchen, wurde die folgende Untersuchung durchgeführt: Im August 2006 wurden zwei Choice Based Conjoint-Studien mit identischem Untersuchungsdesign aber unterschiedlichen Dimensionen des Stimulus (2D vs. 3D) durchgeführt. Die verwendeten Attribute waren „Produkt" und „Preis" mit 19 verschiedenen Shampoo-Produkten und individuellproduktspezifischen Preisranges mit jeweils 11 verschiedenen realistischen Preisen. 464 Testpersonen aus einer homogenen Grundgesamtheit wurden zufällig auf die zwei Stichproben verteilt, wodurch ein Vergleich der Ergebnisse auf aggregiertem Niveau ermöglicht wurde. Um sicherzustellen, dass keine verzerrenden Strukturdifferenzen der relevanten Hintergrundvariablen zwischen den beiden Stichproben existierten, wurde der eigentlichen CBC-Studie eine Vorbefragung vorangestellt, die sich sowohl mit soziodemographischen als auch mit themenbezogenen (haarpflegespezifischen) Fragestellungen befasste. So konnte eine Vergleichbarkeit der zwei Teilgruppen überprüft und gewährleistet werden. In der eigentlichen CBC-Studie wurden dann in jeder Stichprobe 10 randomisierte Choice Tasks plus 1 Holdout Task einbezogen.

4. Ergebnisse

Schaut man sich zunächst die konvergierende Validität an, wird hier speziell die Vergleichbarkeit der mit unterschiedlichen Stimulusdimensionen erzielten Ergebnisse betrachtet. In der vorliegenden Studie wird die konvergierende Validität gemessen über einen Vergleich der geschätzten Marktanteile der 2D- im Vergleich zur 3D-Studie (siehe Tabelle 1). Der Korrelationskoeffizient Pearsons r, als Kennzahl für den Zusammenhang zweier Variablen, ist 0,9451, was bedeutet, dass die zwei betrachteten Variablen sehr stark korrelieren. Nach Campbell und Fiske (1959) signalisiert eine hohe Korrelation eine ebenfalls hohe konvergierende Validität.



	geschätzte Marktanteile	
Produkte[1]	2D	3D
A	9,25%	9,59%
B	1,54%	4,72%
C	7,38%	8,30%
D	5,10%	10,09%
E	1,53%	1,20%
F	6,68%	5,29%
G	0,69%	2,79%
H	2,33%	3,55%
I	6,65%	4,35%
J	8,14%	7,16%
K	14,34%	12,10%
L	7,76%	8,11%
M	23,63%	21,26%
N	0,51%	0,53%
O	2,88%	0,36%
P	0,08%	0,30%
Q	0,02%	0,13%
R	1,32%	0,15%
S	0,17%	0,01%
Total	**100,00%**	**100,00%**

Tabelle 1: geschätzte Marktanteile

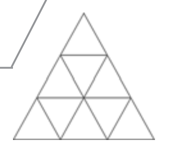
Der Wilcoxon-Rangsummen-Test wurde ergänzend heran gezogen, um über ein nicht-parametrisches Modell die verhältnismäßig kleine Anzahl an Beobachtungen zu berücksichtigen. Die Nullhypothese, dass beide Stichproben aus einer Grundgesamtheit mit gleicher Verteilung stammen, kann mit $p = 0,965$ nicht verworfen werden.
Betrachtet man nun die Vorhersagevaliditäten, wird ein Vergleich über die jeweiligen Hit Rates vorgenommen:

	2D	3D
Ungewichtete Hit Rate	0,7336	0,7415
Gewichtete Hit Rate	0,5653	0,5798
Vergleichs-Hit Rate	0,2165	0,2133

Tabelle 2: Hit Rates

Die Differenzierung in ungewichtete und gewichtete Hit Rates resultiert aus einer Besonderheit der vorliegenden Erhebung: Da diese Studie in Kooperation mit einem großen internationalen Marktforschungsinstitut durchgeführt wurde, wurde der generelle Aufbau der Studie den Standardprozessen dieses Institutes angepasst. Diese Prozesse sehen allerdings die Option für den Probanden vor, mehr als ein Produkt je Choice Task auszuwählen. Diese Tatsache wird zwar in die Berechnung der Nutzenwerte mit einbezogen und stellt kein Problem für den generellen Ablauf dieser Studie oder für die Qualität der Ergebnisse dar, führt aber dazu, dass zwei unterschiedliche Hit Rates berechnet werden müssen: Die Wahrscheinlichkeit, eine Übereinstimmung bei der Berechnung der Hit Rate zu generieren, steigt offensichtlich mit der Menge an

[1] Die genaue Zuordnung der konkreten Produkte zu den jeweiligen Marktanteilen wurde anonymisiert.



Produkten, die ein Proband im Holdout Task auswählen kann. Würde man also die Vorhersagevalidität ausschließlich über diese Hits messen, würde man die Güte der jeweiligen Studie überschätzen. Dieser Wert ist als ungewichtete Hit Rate in Tabelle 2 abgebildet. Um diesem Problem zu begegnen, wurde eine gewichtete Hit Rate berechnet, bei der die Summe an ausgewählten Produkten in jedem Holdout Task berücksichtigt wird. Jeder Hit wird nun „bestraft“ mit einem Gewichtungsfaktor, der aus der Anzahl an ausgewählten Produkten resultiert; je größer die Anzahl an ausgewählten Produkten, desto kleiner der Gewichtungsfaktor und somit desto kleiner der Wert des jeweiligen Hits, der in die gewichtete Hit Rate einfließt.
Die Vergleichs-Hit Rate stellt die Trefferquote dar, die aus einem zufälligen Antwortverhalten der Probanden ohne wirklich gefestigte Präferenzen heraus resultieren würde. Sie stellt somit eine Benchmark dar, an der die Güte der anderen beiden Hit Rates bewertet werden kann. Zusammenfassend kann man in Bezug auf die Vorhersagevalidität sagen, dass sie in beiden Fällen (2D wie auch 3D) überzeugend ist und keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit der Dimension nachweisbar sind.
Um nun die externe Validität, also die Übereinstimmung der Schätzungen mit realen Daten, genauer zu analysieren, wird dieses Gütemaß in der vorliegenden Studie mit Hilfe realer Paneldaten berechnet[2]:

	2D	3D
Pearsons r	0,8688	0,8154
RMSE (Root Mean Square Error)	4,03	4,68
Diebold-Mariano-Test	1,3285 (0,2006)	

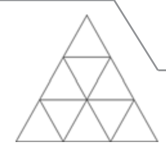
Tabelle 3: Kennzahlen für die externe Validität

Die Korrelation zwischen den geschätzten und den realen Marktanteilen liegt in der 2D-Studie mit knappen 0,87 höher als in der 3D-Studie mit nur knappen 0,82. Denselben Eindruck vermitteln die Prognosefehler (RMSE), die mit 4,03 Prozentpunkten in der 2D-Studie unter der 3D-Studie mit 4,68 Prozentpunkten liegen. Da jedoch der Diebold-Mariano-Test auf Gleichheit der Prognosefehler mit einem t-Wert von 1,3285 und $p = 0,2006$ gegen ein Verwerfen der Nullhypothese spricht[3], sind diese Unterschiede nicht signifikant. Man muss somit auf eine vergleichbare externe Validität in beiden Studien schließen.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Der Focus dieser Studie lag auf einem Vergleich verschiedener Dimensionen der Stimuluspräsentation und ihres Einflusses auf die Validität der Ergebnisse. Abschließend kann man nach Untersuchung der konvergierenden, der Vorhersage- und der externen Validität sagen, dass es keine Unterschiede bedingt durch die differierende Dimension des Stimulus zu geben scheint. Diese zunächst erstaunlichen Ergebnisse können vielleicht in folgendem Sachverhalt eine Erklärung finden: Eine frühere Studie, die sehr wohl Unterschiede zwischen 2D- und 3DStimuli gemessen hat, bezog Objekte in die Untersuchung mit ein, die den Probanden teilweise nicht bekannt waren. Es ging hier um

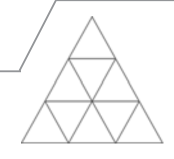
[2] Die realen Daten werden hier aus Gründen der Anonymisierung nicht dargestellt.
[3] Die Nullhypothese unterstellt gleiche Prognosefehler.



das Attribut „Verpackung“ und die Testpersonen sollten alte, bereits im Markt erhältliche und somit bekannte Produktverpackungen mit neuen, noch nicht eingeführten und somit unbekannten Verpackungen vergleichen. In diesem Fall waren die Probanden auf eine genaue Inspektion der Stimuli angewiesen, die möglicherweise mit der 3D-Simulation besser gewährleistet werden kann als mit einfachen 2D-Bildern. In diesem Fall hat die dreidimensionale, räumliche und perspektivische Darstellung vermutlich eine bessere Entscheidungsgrundlage geliefert als die zweidimensionale Darstellung. Im vorliegenden Fall jedoch waren die Produkte den Probanden durchaus bekannt aus ihrem Alltag, da es sich um Shampoos handelte, die 80% des Marktes abdecken. Man kann also davon ausgehen, dass alle Produkte in ihrer Optik so bekannt waren, dass in den meisten Fällen keine genaue visuelle Inspektion mehr nötig war, um eine Kaufentscheidung zu treffen. Zusammenfassend muss man also sagen, dass bei der Darstellung von visuellen Attributen, mit denen nahezu jeder Proband aus dem Alltag bereits vertraut ist, eine 3D-Darstellung vermutlich wenig Vorteile und keine besseren oder sichereren Prognosen liefert. Eine Anschluss-Studie sollte sich aus diesem Grund darauf konzentrieren, zwei- und dreidimensionale Stimuluspräsentationsformate unter besonderer Berücksichtigung der Bekanntheit des Produktes und der Vertrautheit der Probanden mit den betrachteten Attributen zu vergleichen, um diese Hypothese gezielt zu überprüfen.

Quellenangaben

[1] Anderson, James C. (1987), “The Effect of Type of Representation on Judgements of New Product Acceptance”, Industrial Marketing & Purchasing, Vol. 2, 1987, 29-46.
[2] de Bont, C. (1992), Consumer Evaluations of Early Product-Concepts, Delft: 1992
[3] Campbell, D. T. and D. W. Fiske (1959), "Convergent and Discriminant Validation by the Multitrait-Multimethod Matrix," Psychological Bulletin, 56:2, March 1959, 81-105.
[4] Diebold, Francis X. and Robert S. Mariano (1995), “Comparing Predictive Accuracy”, Journal of Business and Economics Statistics, Vol. 13, 253-263.
[3] Ernst, Olaf and Henrik Sattler (2000), "Validität multimedialer Conjoint-Analysen. Ein empirischer Vergleich alternativer Produktpräsentationsformen", Marketing ZFP, Vol. 22 (2), 2000, 161-172.
[4] Huisman, D. (1997), “Creating End User Value with Multi-Media Interviewing Systems”, Proceedings of the Sawtooth Software Conference, Seattle 1997, 49-55.
[5] Loosschilder, Gerard H., Edward Rosbergen, Marco Vriens and Dick R. Wittink (1995), “Pictorial Stimuli in Conjoint Analysis - to Support Product Styling Decisions”, Journal of the Market Research Society, Vol. 37, 1995, 17-34.
[6] Louviere, Jordan J., Herb Schroeder, Cathy H. Louviere and George G. Woodworth (1987), „Do the Parameters of Choice Models Depend on Differences in Stimulus Presentation: Visual versus Verbal Presentation?“, Advances in Consumer Research, Vol. 14, 1987, 79-82.
[7] Sattler, Henrik (1994), “Die Validität von Produkttests: Ein empirischer Vergleich zwischen hypothetischer und realer Produktpräsentation”, Marketing ZFP, Vol. 16 (1), 1994, 31-41.
[8] Vriens, M. (1995), Conjoint-Analysis in Marketing – Developments in Stimulus Representation and Segmentation Methods, Capelle a/d Ijsssel: Labyrint Publication 1995.
[9] Vriens, M., G. H. Loosschilder, E. Rosbergen and Dick R. Wittink (1998), „Verbal versus Realistic Pictorial Representations in Conjoint-Analysis with Design Attributes“, Journal of Product Innovation Management, Vol. 15, 1998, 455-467.



A. Berneburg

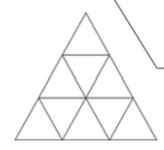
Technischer Anhang



Ein Fraunhofer HHI 3D Kiosk stellt Objekte virtuell auf einem Large Screen-Display in photorealistischer 3D-Qualität dar. Keine weiteren Hilfsmittel wie 3D-Brille oder -Helm sind notwendig, um den dreidimensionalen Effekt zu erzielen, da der Monitor ein separates Bild für jedes Auge einzeln produziert, um einen Stereovision-Effekt zu erzielen. Ein Eye-Tracking-System ermöglicht dabei die permanente Verfolgung der Position des Anwenders, damit die dreidimensionale Projektion durchgängig Aufrecht erhalten werden kann, selbst wenn der Nutzer sich vor dem Monitor bewegt.



Ein kamera-basierter Hand-Tracker verfolgt darüber hinaus die Handbewegungen des Anwenders und der Nutzer kann infolge dessen die frei vor ihm schwebenden 3D-Objekte mit simplen Gesten beliebig drehen und bewegen (virtueller 3D Touch Screen). Das System erkennt die Position der Fingerspitze, mit der der Anwender auf ein bestimmtes Objekt zeigt oder dieses mit seinem Finger frei bewegt. Die Person vor dem Monitor ist in der Lage, das dargestellte Produkt zu berühren, es aus einem virtuellen Regal zu nehmen und in verschiedene Richtungen zu drehen, als wenn es sich um ein reales Objekt handeln würde.

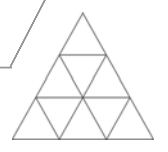


Merkmale effektiver Steuerungssysteme als Beurteilungsgrundlage für Modernisierungskonzepte in der kommunalen Verwaltung

Stefan Schneider, Tel.: (03943) 659-289, E-Mail: sschneider@hs-harz.de, Hochschule Harz (FH), Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode

1 Ausgangslage und Zielstellung

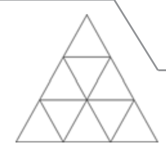
Eines der wichtigsten Ergebnisse einer gemeinsamen Umfrage des Deutschen Städtetages (DST) sowie des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu) aus dem Jahr 2004 ist, dass sich nach mehr als zehn Jahren Reformpraxis das Neue Steuerungsmodell (NSM) als richtungweisend für die Verwaltungsreform in Deutschland herausgestellt hat. Befragt wurden insgesamt 243 Städte, davon 226 Mitgliedsstädte des DST sowie 17 Difu-Zuwenderstädte.[1] Die teilweise Umsetzung und ggf. Anpassung einzelner Elemente des NSM hat sich demzufolge deutlich gegenüber der Entwicklung eigener Modelle und individueller Konzepte durchgesetzt. Eine vollständige Umsetzung aller Aspekte erfolgt jedoch nur selten. Vorrangige Ziele bei der Verwaltungsmodernisierung auf der kommunalen Ebene sind die Erhöhung der Effizienz und die Verbesserung der Bürgernähe. Andere Ziele wie die Verbesserung des finanziellen Handlungsrahmens sowie die Erhöhung der Effektivität folgen mit deutlichem Abstand.[2]
Die Rahmenbedingungen im Öffentlichen Sektor unterliegen jedoch gegenwärtig einer starken Dynamik. Durch die Liberalisierung der Märkte verbunden mit stärkerem Wettbewerbsdruck in ehemals staatlich dominierten Bereichen sowie durch den globalen Ökonomisierungstrend im Öffentlichen Sektor sieht sich der Staat Anforderungen gegenüber, denen nur mit langfristig ausgerichteten Steuerungsstrategien, die auch generelle gesellschaftliche, politische oder demographische Entwicklungen einbeziehen, begegnet werden kann. In den bisherigen Reformbestrebungen bleibt die Frage nach der Effektivität des Verwaltungshandelns häufig unbeantwortet. Es ist jedoch notwendig, Wege zu finden, den politischen Willen möglichst wirkungsvoll in konkrete Verwaltungshandlungen zu transformieren. Verwaltungshandeln ist kein Selbstzweck, sondern gewinnt seine Legitimation erst aus der Umsetzung des politischen Willens.
Diese Umsetzung kann nur durch ein effektives Steuerungssystem gewährleistet werden, welches den damit verbundenen Anforderungen durch eine geeignete Ausgestaltung gerecht wird. Im Rahmen seines Promotionsvorhabens arbeitet der Autor an einer Dissertation mit dem Arbeitstitel „Wirkungsorientierte Steuerung kommunaler Verwaltungen“, die sich dieser Problematik annimmt. Die Wirkungsorientierte Steuerung wird dabei als ein Konzept vorgestellt, welches augenscheinlich viele Probleme der bisherigen Modernisierungsansätze löst. Durch den Fokus auf die Wirkungen, den Outcome, von Verwaltungshandeln ergibt sich ein ganzheitlicher Steuerungsansatz, der sowohl der Politik als auch der Verwaltung die Orientierung anhand geeigneter Messgrößen ermöglicht. Im Mittelpunkt der Dissertation steht jedoch die Frage, weshalb sich die Wirkungsorientierte Steuerung in Deutschland noch nicht in größerem
Maße als Reformkonzept durchgesetzt hat. Hier scheint es Hinderungsgründe zu geben, die zwar weniger offensichtlich als die Vorteile des Steuerungsmodells, aber dennoch nicht weniger bedeutsam sind. Die Beantwortung dieser Frage soll auf der Grundlage einer systematischen, kriteriengeleiteten Analyse erfolgen. Den Ausgangspunkt bilden



dabei wesentliche Merkmale eines effektiven Steuerungssystems, die sich aus theoretischen Überlegungen ergeben. Es wird angenommen, dass auch die Wirkungsorientierte Steuerung nicht allen diesen Merkmalen voll gerecht wird. Hier werden die Gründe für die zurückhaltende Verwendung des Steuerungsmodells vermutet.
Im Rahmen der vorliegenden Ausführungen wird auf die bereits identifizierten Merkmale eines effektiven Steuerungssystems eingegangen. Darüber hinaus wird versucht, ausgehend von Umsetzungsbeispielen zu den einzelnen Merkmalen die relevanten Ausprägungen zu ermitteln, aus denen ein einheitliches, anwendbares Bewertungsraster abgeleitet werden kann. Die dargestellten Merkmale sind dabei als erster Ansatz zu sehen und sollen im Rahmen der Dissertation weiter ergänzt werden. Sie bilden jedoch einen wichtigen Baustein, gleichsam eine Basis für alle nachfolgenden Überlegungen.

2 Steuerung im politisch-administrativen Kontext

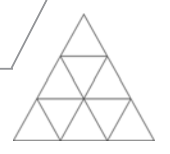
Der Begriff der Steuerung ist in zwei theoretischen Ansätzen verankert. Einerseits wird unter Steuerung eine Art des Handelns verstanden wodurch eine handlungstheoretisch orientierte Betrachtungsweise gerechtfertigt erscheint. Andererseits wird Steuerung als Systemfunktion betrachtet, die sich aus ihrer Einordnung in der allgemeinen Systemtheorie ergibt.[3] Eine klare begriffliche Abgrenzung ist nur durch Einbeziehung beider Perspektiven zu erreichen. Im politikwissenschaftlichen Kontext wird unter Steuerung „die Fähigkeit zur konzeptionell orientierten Gestaltung der gesellschaftlichen Umwelt durch politische Instanzen“ verstanden.[4]
Sofern zur Konkretisierung des Begriffs ein Adjektiv, wie beispielsweise bei politischer Steuerung oder gesellschaftlicher Steuerung, hinzugefügt wird, kann dies ein Steuerungssubjekt oder auch ein Steuerungsobjekt kennzeichnen.[5] Mit dem Begriff Steuerungssubjekt sind entweder einzelne Individuen oder soziale Kollektive gemeint. Es handelt sich dabei um den Steuerungsakteur, der den Einfluss auf das zu steuernde System ausübt. Beim Steuerungsobjekt handelt es sich ebenfalls um ein soziales System, welches bestimmte Eigenschaften und Verhaltensweisen aufweist. Das Handeln des Steuerungsobjektes ist dabei als Reaktion auf den Einfluss durch das Steuerungssubjekt zu verstehen. Aus sozialwissenschaftlicher Perspektive gehört zum Begriff der Steuerung neben dem Steuerungssubjekt und –objekt noch das Steuerungsziel, das heißt also der angestrebte Zustand des Steuerungsobjekts, der Einsatz von Maßnahmen zur Verwirklichung des Steuerungszieles sowie als Voraussetzung für die Wahl von geeigneten Maßnahmen eine Vorstellung von den Zusammenhängen zwischen Steuerungsaktivitäten und –ergebnissen.[6]
Inwiefern das Steuerungsziel erreicht wird, ist in dem hier zugrunde gelegten Begriffsverständnis nicht entscheidend. Erst durch die systematische Trennung von Steuerungshandeln und Steuerungswirkung ist eine Analyse des zentralen Steuerungsproblems, dass sich aus dem Verhältnis zwischen Handeln bzw. Aktivitäten und Wirkungen ergibt, möglich. Letztlich geht ja auch die vorliegende Arbeit davon aus, dass Steuerung mehr oder weniger oder eben gar nicht erfolgreich sein kann. Die vorangehenden Darstellungen beschreiben Steuerung als eine zielgerichtete Einflussnahme des Steuerungssubjekts auf das Steuerungsobjekt. Die Differenzierung dieser beiden Akteure entspringt dabei eher dem Wunsch nach einer begrifflichen Systematisierung, als das damit eine eindeutige Funktionszuweisung verbunden ist. Vielmehr können Akteure in



(politisch-administrativen) Steuerungssystemen stets sowohl Steuerungssubjekt, als auch –objekt sein. Ausschlaggebend ist dafür die jeweilige Perspektive bzw. der jeweilige Ausschnitt des Steuerungszusammenhangs. Je nach Ausgestaltung kann der Steuerungsprozess ausschließlich ex post, das heißt rückblickend, orientiert sein. Steuerungsentscheidungen basieren dabei auf den zurückgemeldeten Ergebnissen vorhergehender Steuerungsmaßnahmen (feed-back) und dem Vergleich mit den angestrebten Steuerungszielen.
Ergänzend dazu können mögliche Störgrößen durch die Prognose von Steuerungswirkungen bereits vorausschauend berücksichtigt werden (Vorkoppelung bzw. feed-forward). Durch Zerlegung des Steuerungsprozesses in mehrere Teil-Regelkreise und Ermittlung von Zwischenergebnissen können mögliche Fehlsteuerungen frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Auf diese Weise können auch unsichere Steuerungsentscheidungen getroffen werden, da der Steuerungsprozess kontrollierbar bleibt und Korrekturen möglich sind.[7]

3 Merkmale effektiver Steuerungssysteme

Im Rahmen der hier zugrunde liegenden Forschungsarbeit wurden wesentliche Merkmale effektiver Steuerungssysteme erarbeitet. Dabei wurden Dezentralisierung, Strategieorientierung, Transparenz, Integriertheit, Anreizorientierung und Flexibilität als die wesentlichen Erfolgsgrößen identifiziert und die entsprechenden Überlegungen theoretisch untersetzt. Für jedes dieser Merkmale gibt es zahlreiche Ausgestaltungsvarianten, die in ihrer Gesamtheit das Profil eines Steuerungssystems ergeben (siehe Abbildung 1).[8]
Die dargestellten Merkmale einer effektiveren politisch-administrativen Steuerung sind das Maß, an dem im Rahmen des Forschungsvorhabens Steuerungskonzepte aus Theorie und Praxis gemessen werden sollen. Um hier zu einer nachvollziehbaren Einschätzung zu kommen sind in einem ersten Schritt genaue Kriterien festzulegen, anhand derer die Position eines zu beurteilenden Systems im Gestaltungsraum festgestellt werden kann. Den Ausgangspunkt bilden dabei die Umsetzungsmöglichkeiten, die sich für die einzelnen Merkmale ergeben.
Sowohl Dezentralisierung als auch Ergebnisorientierung machen eine veränderte aufbauorganisatorische Struktur erforderlich. Beispielsweise können die Dezernate zu einer überschaubaren Anzahl möglichst homogener Geschäftsbereiche, z. B. Bauen und Wohnen, Kultur und Sport oder Sicherheit und Ordnung, zusammengefasst werden. Interne Dienstleistungen, die bisher schwerpunktmäßig die operative Abwicklung der Verwaltungsarbeit unterstützten, könnten in einem eigenen Geschäftsbereich zusammengefasst werden und zukünftig wesentliche steuerungsrelevante Funktionen übernehmen. Durch die Bereitstellung von Informationen und die Schaffung bzw. Koordination organisatorischer Rahmenbedingungen könnte dieser Geschäftsbereich den Vorstand und den Rat bei der Strategieentwicklung und bei der bereichsübergreifenden Führung (Strategiefunktion) unterstützen und gleichzeitig die notwendige Infrastruktur, personelle Unterstützung oder den Informationsfluss sicherstellen und damit eine Aufgabenverlagerung von oben nach unten unterstützen.[9]



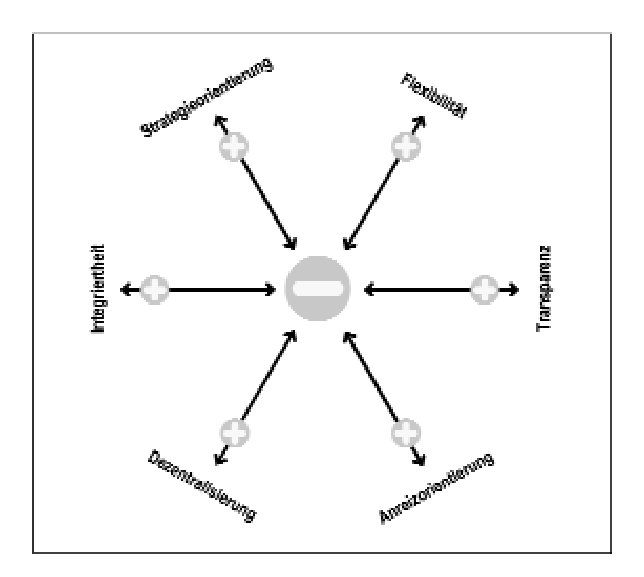
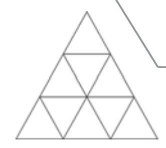


Abbildung 1: Gestaltungsraum politisch-administrativer Steuerung

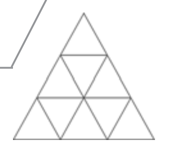
Die neue Rollenverteilung sieht vor, dass sich die Politik und die Verwaltungsleitung auf die Steuerung über Zieldefinitionen und entsprechende Evaluation der Ergebnisse konzentrieren. Der Steuerungsprozess wird dem durch die Orientierung an Grundsätzen des Managementby-Objectives (MbO) und des Management-by-Exception (MbE) gerecht. Die entscheidungsrelevanten Informationen werden durch ein integriertes Berichtswesen ebenenspezifisch und adressatengerecht aufbereitet.
Wesentliche Instrumente zur Umsetzung dezentraler, ergebnisorientierter Steuerung sind Bereitstellung von Ressourcen in Form globaler Budgets auf der Ebene der Geschäftsbereiche und Ämter. Die bisherigen detaillierten Regelungen zum Mitteleinsatz sowie zu einzelnen Verwaltungsverfahren werden durch Rahmenvereinbarungen ersetzt, die in den Verwaltungen den notwendigen Handlungsspielraum zur Ausschöpfung von Effektivitätspotenzialen durch mehr Dezentralisierung und Ergebnisorientierung gewährleisten.
Eine stärkere Strategieorientierung der Steuerung würde eine langfristige und ganzheitliche Ausrichtung der organisatorischen Strukturen und Grundsätze bedingen. Deshalb ist eine starke Steuerungsebene wichtig, die den strategischen Rahmen um die operativen Vorgänge in den Geschäftsbereichen legt und so möglichen Zentrifugal-Tendenzen entgegenwirkt. Diese Steuerungsebene kann durch Geschäftsbereichsleitungen gebildet werden. Diese werden im Idealfall durch eine entsprechende Stabstelle bei der strategischen Planung unterstützt. Wichtiges organisatorisches Merkmal der Strategieorientierung ist die Option einer Projektorganisation zur kurzfristigen Bearbeitung strategischer Grundsatzfragen, die bereichsübergreifend die verschiedenen Kompetenzen der Verwaltung bündelt und für strategische Entscheidungen nutzbar macht.
Die stärkere Strategieorientierung kann auch in einem veränderten Steuerungsprozess deutlich werden. Der jeweils betrachtete Leistungsbereich würde dabei von Ebene zu Ebene enger werden. Gleichzeitig würden die zur Verfügung stehenden Informationen detaillierter und verschiedene Entscheidungsoptionen in ihrer Ausgestaltung konkreter. Voraussetzung für eine ganzheitliche, strategische Steuerung wären dabei nachvollziehbare Entscheidungen auf der Grundlage systematisch gewonnener Erkenntnisse. Der gezielte Einsatz betriebswirtschaftlicher Analysemethoden (z. B. SWOT-Analyse oder



Portfolio-Analyse) würde ein deutliches Zeichen für eine entsprechende Ausgestaltung des Steuerungssystems darstellen. Eine weitere wesentliche Grundlage für die effektivere Steuerung kommunaler Verwaltungen sind die der Politik zur Verfügung stehenden steuerungsrelevanten Informationen. Transparenz ergibt sich dabei aus der Verankerung klarer Verantwortlichkeiten sowie einer übersichtlichen, nach fachlichen Kriterien gegliederten Organisationsstruktur. Die systematische Nutzung der verfügbaren Informationen für Steuerungsentscheidungen könnte durch regelmäßige Steuerungsrunden in die bestehenden betrieblichen Abläufe integriert werden. Dem Berichtswesen käme dabei eine entscheidende Bedeutung zu. Mit Hilfe adressatengerecht aufbereiteter Berichte wäre dafür zu sorgen, dass die richtigen Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort und in der notwendigen Tiefe verfügbar sind. Voraussetzung dafür wäre natürlich, dass die entsprechenden Informationen überhaupt erhoben werden. Das Vorliegen eines integrierten Berichtswesens sowie die Erhebung von Daten in Form von internen Audits, Benchmarking-Projekten, interkommunalen Leistungsvergleichen oder ähnlichem könnten deshalb zwar keine Garantie für die tatsächliche sachgerechte Nutzung der Informationen darstellen. Sie wären jedoch als wichtiger Indikator für die Transparenz der Steuerung einer Organisation anzusehen.

Die Verfügbarkeit von Informationen und Daten an sich ist eine notwendige aber noch keine hinreichende Bedingung für effektive Steuerung. Die Vielzahl vorliegender Daten kann sogar kontraproduktiv sein, wenn die eigentlichen Empfänger dadurch überfordert und nicht in der Lage sind, die jeweils entscheidungsrelevanten Aspekte herauszufiltern. Die in den letzten Jahren immer wieder beklagten „Datenfriedhöfe" in den kommunalen Haushaltsabteilungen sind ein deutliches Zeichen für diesen Effekt. Aus der begrenzten Rationalität der beteiligten Akteure ergibt sich deshalb die Notwendigkeit, die verschiedensten Informationen zu vernetzen und in einem umfassenden Steuerungssystem zu integrieren. Finanzielle Rahmendaten und Fachinformationen wären ebenso zusammenzuführen wie strategisch-politische Zielsetzungen und operativ-administrative Maßnahmealternativen. Auf allen Steuerungsebenen müsste die Entscheidung über den Ressourceneinsatz bei den Stellen liegen, die auch fachlich die Verantwortung tragen. Die als Steuerungsgrundlage dienenden Zielfestlegungen zwischen den Verwaltungsebenen sowie zwischen Politik und Verwaltung wären durch die Akteure gemeinsam zu erarbeiten. Zur Unterstützung könnten dabei Managementinstrumente wie beispielsweise die Balanced Score Card (BSC) dienen, in die neben Informationen einer Kosten und Leistungsrechnung andere Steuerungsdaten verschiedener Perspektiven ebenengerecht integriert werden können.

Die handlungstheoretischen Überlegungen haben gezeigt, dass eine Steuerungsvoraussetzung darin besteht, dass den steuernden Akteuren überhaupt Gelegenheit und Mittel zur Verfügung stehen, die zu steuernden Akteure in ihren Handlungen zu beeinflussen. Die organisatorische Umsetzung muss deshalb die geforderte Trennung in Auftraggeber und Auftragnehmer unterstützen. Dies wird besonders durch die Ausgestaltung von internen Service-Funktionen als eigene organisatorische Einheiten deutlich, die dann im Sinne von Profit Center ergebnisorientiert geführt werden könnten, da sie „plötzlich" mess- und bewertbare Dienstleistungen erbrächten. Als Anreiz- und Sanktionsinstrumente sind die finanziellen Mittelzuweisungen sicherlich am augenscheinlichsten und direktesten. Es ist jedoch eine alte Weisheit, dass Geld allein nicht glücklich macht und so wäre es nur vernünftig, in einem effektiven Steuerungssystem



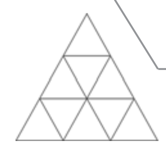
auch andere Anreizmechanismen vorzusehen. Dies könnten initiierte Wettbewerbe zwischen den Beschäftigten sein, in Aussicht gestellte Aufstiegsmöglichkeiten oder Anerkennung durch den Vorgesetzten.
Die Reformerfahrungen der Vergangenheit haben gezeigt, dass die bestehenden Steuerungsroutinen der traditionellen Verwaltung sehr stabil sind und sich Veränderungen nur schwer durchsetzen. Schon aus diesem Umstand wird klar, dass die Einführung eines noch so effektiv ausgestalteten Steuerungssystems nicht auf einen Schlag, sondern nur sukzessive in mehreren Zyklen erfolgen kann. Ein lernfähiges System kann dies durch systematische Evaluation und regelmäßige Rückkopplung gewährleisten. Organisatorisch könnte dies durch entsprechende steuerungsunterstützende Funktionen abgebildet werden, die auch auf spontane oder zeitlich begrenzte Anforderungen reagieren können. Das regelmäßige Feed-back müsste insbesondere auch die Weitergabe von Informationen über das Nicht-Erreichen von Zielen gewährleisten. Dies setzt eine entsprechende Fehlerkultur voraus und steht in einem engen Zusammenhang zu den Anreizmodellen. Auf Bestrafungen sollte verzichtet werden, sofern dadurch zu befürchten wäre, dass bestimmte Informationen nicht mehr oder nicht mehr korrekt bereitgestellt werden. Aus der Perspektive der zur Realisierung notwendigen Instrumente setzt die Flexibiltät bzw. Kreisfömigkeit des Steuerungssystems demzufolge ebenfalls das bereits angesprochene integrierte Berichtswesen voraus. Das Vorliegen entsprechender Ansätze könnte hier deshalb ein Indikator für die Umsetzung dieses Kriteriums sein, vorausgesetzt, die Informationen werden im Steuerungsprozess tatsächlich genutzt.

4 Fazit und Ausblick

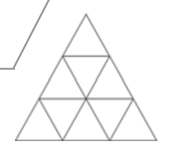
Die dargestellten Umsetzungsmöglichkeiten können als normatives Ideal bezogen auf die einzelnen Merkmale interpretiert werden. Die beschriebenen Elemente charakterisieren das positive Ende einer Skala zur Beurteilung des Merkmals, das heißt die bestmögliche Umsetzung. Fehlen einem zu untersuchenden Konzept entsprechende Eigenschaften, muss das Merkmal als nicht erfüllt angesehen werden, womit das negative Ende der Skala markiert wäre. Dazwischen gibt es verschiedene Abstufungen, die noch konkretisiert und definiert werden müssen. Auf der Grundlage eines solchen, gegebenenfalls weitere Merkmale einbeziehenden, Bewertungsrasters kann eine Analyse der Wirkungsorientierten Steuerung kommunaler Verwaltungen erfolgen. Im Ergebnis können mögliche Schwachpunkte dieses Konzeptes identifiziert werden, die einer umfassenden Anwendung in der Reformpraxis entgegenstehen.

5 Literatur

[1] Mayntz, Renate: Soziale Dynamik und politische Steuerung – Theoretische und methodologische Überlegungen, Campus Verlag, Frankfurt/Main, 1997
[2] Vernau, Katrin: Effektive politisch-administrative Steuerung in Stadtverwaltungen - Möglich-keiten und Grenzen einer Reform, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2002
[3] o. V.: Verwaltungsmodernisierung in deutschen Kommunalverwaltungen – Eine Bestandsaufnahme, Deutsches Institut für Urbanistik (Difu), 2004



[1] Vgl. o. V.: Verwaltungsmodernisierung in deutschen Kommunalverwaltungen – Eine Bestandsaufnahme, Deutsches Institut für Urbanistik (Difu), 2004, S. 9
[2] Vgl. o. V. (Difu), 2004, S. 12
[3] Vgl. Mayntz, Renate: Soziale Dynamik und politische Steuerung – Theoretische und methodologische Überlegungen, Campus Verlag, Frankfurt/Main, 1997, S. 190
[4] Vgl. Mayntz, Renate, 1997, S. 189
[5] Vgl. Mayntz, Renate, 1997, S. 190
[6] Vgl. Mayntz, Renate, 1997, S. 191 f.
[7] Vgl. Vernau, Katrin: Effektive politisch-administrative Steuerung in Stadtverwaltungen - Möglichkeiten und Grenzen einer Reform, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2002, S. 41
[8] Vgl. für eine detaillierte Herleitung Vernau, Katrin, 2002, S. 127 ff.
[7] Vgl. hierzu und zu den folgenden Ausführungen Vernau, 2002, S. 159 ff.



M. Koch

Kompetenz und Qualifikation im Kontext der Anrechnung auf ein Hochschulstudium

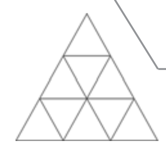
Manuela Koch, Tel.: (03943) 659-117, E-Mail: mkoch@hs-harz.de, Hochschule Harz (FH), Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode

Abstract

Europas Bildungs- und Berufsbildungssysteme befinden sich in einem Wandel. So vollzieht sich momentan ein Übergang zur wissensbasierten Wirtschaft und Gesellschaft, der, um erfolgreich und nachhaltig zu sein, mit der Orientierung an lebenslangen Lernen einhergehen muss. In diesem Zusammenhang findet daher eine europaweite Diskussion über eine umfassende Strategie zur Implementierung des lebenslangen Lernens auf institutioneller, aber auch individueller Ebene statt.[1] Auch auf nationaler Ebene sind in den vergangenen Jahren einige Projekte angestoßen worden, mit dem Ziel die Bereiche berufliche Bildung und Hochschule enger zu verzahnen, sowie die Durchlässigkeit zwischen beiden Bereichen zu erhöhen, um letztendlich den Prozess des lebenslanges Lernen zu erleichtern und zu fördern. Ein wesentlicher Aspekt hierbei ist die Möglichkeit Kompetenzen, die im beruflichen Kontext erworben wurden (beispielsweise im Rahmen einer beruflichen Ausbildung und anschließender berufspraktischer Tätigkeit) auf ein Hochschulstudium anrechnen zu können. So existieren zu dieser Problemstellung zwar schon Rahmenvorgaben und Richtlinien hinsichtlich der Anrechenbarkeit beruflicher Kompetenzen (z.B. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 28.06.2002, nationaler Qualifikationsrahmen für Hochschulabschlüsse) und es finden an einigen Hochschulen schon Anrechnungen statt, doch sind dies bisher voneinander isoliert agierende Insellösungen, die zumeist an die spezifischen Gegebenheiten der anerkennenden Hochschule angepasst und somit schwer übertragbar sind. Ein Anrechnungsverfahren, das den Vorgaben gerecht wird Anrechnung formal und informell erworbener Kompetenzen zu ermöglichen, justiziabel und einfach anwendbar zu sein, sowie durch Standardisierung eine leichte Übertragbarkeit zu gewährleisten, existiert bisher noch nicht und soll an der HS Harz im Rahmen eines Forschungsvorhabens entwickelt werden. Dabei müssen allerdings zwei Untersuchungsschwerpunkte verfolgt werden. Zum einen ist freilich ein geeignetes Verfahren zur Anrechnung beruflicher Kompetenzen zu entwickeln. Zum anderen sind jedoch auch Überlegungen dahingehend anzustellen, was den Begriff „Kompetenz“ (in engeren Sinne „berufliche Kompetenz“) überhaupt ausmacht, wie Kompetenzen im Rahmen des Studiums vermittelt werden und – als Voraussetzung für die Anrechnung von Kompetenzen – wie sie gemessen werden können.

1 Der Anstoß: Die Bologna-Erklärung

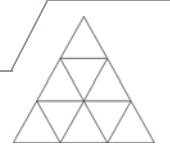
Grundlage für die Überlegungen zur Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf Hochschulstudiengänge, sowie für zentrale Bedeutung der Kompetenzorientierung bildet die gemeinsame Erklärung der europäischen Bildungsminister zum europäischen Hochschulraum von 1999 – die Bologna-Erklärung. So gab Bologna den Anstoß zu tiefgreifenden Veränderungen der europäischen und damit auch der nationalen Hochschullandschaft, beispielsweise durch die Einführung einer zweistufigen Studienstruktur, sowie durch Modularisierung der Studiengänge. Im Rahmen der Erklärung wurde weiterhin die Einführung des ECTS Leistungspunktesystems festgelegt, wobei auch explizit der Erwerb von ECTS-Punkten außerhalb der Hochschule, beispielsweise durch lebenslanges Lernen ermöglicht wird.[2] Auch der Begriff Kompetenz rückte in den Blickpunkt. Wurden deutsche Studiengänge bisher im wesentlichen durch Studieninhalte, Zulassungskriterien und Studienlänge beschrieben, erfolgt nun die Beschreibung anhand der Qualifikationen und Kompetenzen, die ein Student nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls bzw. des



Studienganges besitzt.[3] An dieser Stelle spiegelt sich der Übergang von der Inputorientierung, also eher lehrerbezogenen Sichtweise, hin zur Outputorientierung und somit lernorientierten Sichtweise wider. Mit diesem Perspektivwechsel vollzieht sich ein grundlegender Wandel. Es stehen nunmehr nicht die Lerninhalte, die im Modul vermittelt werden, sondern die daraus resultierenden Qualifikationen und Kompetenzen, im Vordergrund.

2 Kompetenzen und Qualifikationen

Die Begriffe „Kompetenz" und „Qualifikation" werden in der bildungspolitischen Diskussion oft widersprüchlich, teilweise aber auch synonym verwendet. Um festzustellen, welche Qualifikationen und Kompetenzen innerhalb eines Moduls vermittelt werden und ob diese anrechenbar sind, müssen die beiden Begriffe daher zunächst einmal voneinander abgegrenzt werden.
Dabei existieren in der aktuellen Debatte um Anrechenbarkeit und Entwicklung von Qualifikationsrahmen unterschiedliche und teilweise sehr konträre Definitionen. So definiert die OECD Kompetenz als *„Befähigung komplexen Anforderungen in einem spezifischen Kontext (unter Nutzung von Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten) durch erfolgreiche Handlung entsprechen zu können*. Eine *„Qualifikation"* gilt nach OECD *„ als dann erreicht, wenn eine zuständige Stelle entscheidet, dass der Lernstand einer Person, den im Hinblick auf Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen spezifischen Anforderungen entspricht."*[4] Dieses Begriffsverständnis liegt auch dem Entwurf zum europäischen Qualifikationsrahmen (EQF) vom 08.07.2005 zugrunde. Dieser Qualifikationsbegriff ist allerdings nur dann praktikabel, wenn Kenntnisse und Fertigkeiten als Subkategorien des Kompetenzbegriffs angesehen werden und sie ohne Kompetenz nicht handlungsfähig werden. In diesem Kontext werden Qualifikationen also als Kompetenzbündel begriffen.[5]
Nach *Erpenbeck/ von Rosenstiel* sind Kompetenzen Dispositionen zum selbstorganisierten Handeln, also das Vermögen aus Wissen und Fertigkeiten entsprechende Leistungen hervorzubringen. Qualifikationen hingegen beinhalten diese Selbstorganisationsfähigkeit nicht. Sie sind Wissens- und Fertigkeitspositionen und spiegeln demnach aktuelles Wissen und Fertigkeiten wider.[6] Diese Ansicht zentriert Kompetenzen als Dispositionen in Abgrenzung zu Qualifikationen als Positionen, wobei Dispositionen (Kompetenz) sich im Gegensatz zu Positionen nur in der Interaktion nachweisen lassen.[7] Die beiden Begriffe sind daher auch nicht gegensätzlich zu betrachten. So setzen Kompetenzen Qualifikationen voraus. Ohne Wissen und Fertigkeiten besteht nicht die Möglichkeit aus Positionen heraus „selbstorganisiert" zu handeln. Gleichwohl bedingt das Vorhandensein von Qualifikationen in keiner Weise Kompetenz.[8] Ein ähnliches Verständnis vertritt der Arbeitsstab „Forum Bildung", der in einem Bericht „Kompetenzen als Ziele von Bildung und Qualifikation" darstellt.[9] Auch die „Wissenstreppe" von North geht davon aus, dass sich aus den Aktionsparametern Handeln und „richtig Handeln" Kompetenz ergibt, während Wissen und Können die Basis dafür bilden.[10] Trotz unterschiedlicher Definitionen wird ersichtlich, dass es eine offensichtliche Diskrepanz zwischen explizitem Wissen und Kompetenz zur Handlung gibt. Da die Abgrenzung der Begrifflichkeiten „Qualifikation" und „Kompetenz" nach *Erpenbeck/von Rosenstiel* dieser Feststellung sehr schlüssig folgt, orientiert sich diese Arbeit an dieser Auffassung der Begriffe.



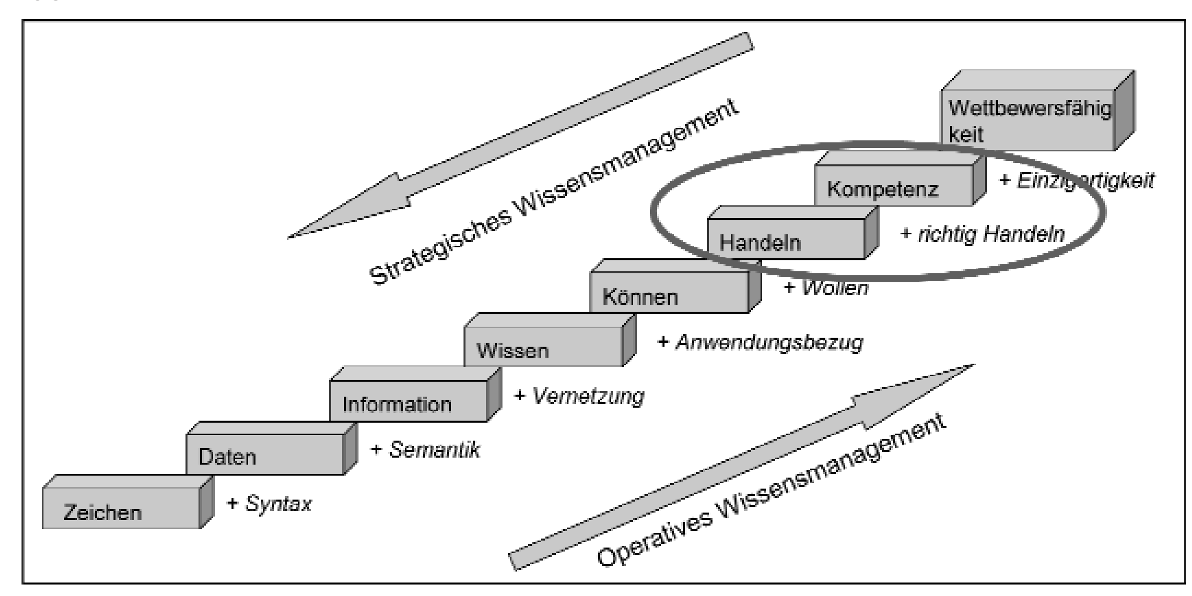


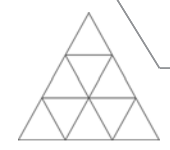
Abb. 1: „Wissenstreppe nach North", eigene Darstellung

3 Kompetenzvermittlung und Kompetenzmessung

Mit der Outputorientierung und dem damit einhergehenden Perspektivwechsel stellt mithin das Lernergebnis und nicht der Input durch die Institution das entscheidende Kriterium dar. Dieser Paradigmenwechsel bringt weitreichende hochschuldidaktische Auswirkungen mit sich.[11] Für einen modularisierten Studiengang heißt es demnach, dass jedes einzelne Modul Teilkompetenzen und -qualifikationen vermitteln soll, die sich schließlich zum angestrebten Qualifikationsprofils des Studienganges ergänzen. Dazu muss sich zunächst auf ein Qualifikationsprofil verständigt werden, um anschließend festzulegen, welches Modul geeignet ist welche Kompetenz zu vermitteln.
Im Gegensatz zu Qualifikationen, die als Wissens- und Fertigkeitspositionen gut vermittelbar und über klassische Prüfungssituationen leicht abprüfbar sind, stellt sich bei Kompetenzen, die als Dispositionen zum selbständigen Handeln die Interaktion bedingen das pädagogische Problem, wie sie zu vermitteln und schließlich zu überprüfen sind. Um Kompetenzen zu vermitteln, reichen Elemente der einfachen Wissensvermittlung nicht mehr aus. Vielmehr müssen Methoden herangezogen werden, die „Labilisierungen" enthalten, die also Möglichkeiten eröffnen, bestehende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten in neuen, unbekannten Situationen anzuwenden und daraus Handlungen abzuleiten.
Geeignete Methoden sind

- Planspiele
- Simulationen
- Praktika
- Fallstudien

Als Konsequenz des Verständnisses, dass Kompetenzen als Dispositionen selbstorganisierten Handels nur in der Realisierung dieser beobachtbar sind, folgt, dass sie auch nur in solchen Situationen abprüfbar und bewertbar sind.[12] Es müssen demnach interaktive Prüfungssituationen geschaffen werden. Weiterhin müssen die Kompetenzen um sie bewertbar zu machen operationalisiert werden; das heißt, es müssen Niveaustufen festgelegt werden, aufgrund derer nach einer gewissen Zeit der Beobachtung beurteilt wer



den kann, ob und wie stark die Kompetenz bei dem entsprechenden Individuum ausgeprägt ist. Im Rahmen einer Studie vom Juni/Juli 2006 an der HfB – Business School of Finance & Management wurde „Kommunikationskompetenz“ beispielsweise folgendermaßen operationalisiert:

- Teilweise ausgeprägt (2-3)
  - Spricht und schreibt verständlich.
- Ausgeprägt (4-5)
  - Spricht und schreibt verständlich und drückt sich kundengerecht aus.
  - Geht offen auf andere zu, kann zuhören und geht auf Gesprächspartner ein.
- Deutlich ausgeprägt (6-7)
  - […]
  - Zeigt diese Fähigkeit auch in einer Fremdsprache.
  - Überzeugt durch rhetorische Fähigkeiten.
- Stark ausgeprägt (8-9)
  - […]
  - Zeigt diese Fähigkeit auch in einer Fremdsprache und bei schwierigen Gesprächssituationen.
- Sehr stark ausgeprägt (10-11)
  - […]
  - Kommuniziert sicher auch in einem interkulturellen Umfeld.

Die Ausprägung wird dabei auf einer 12er Skala von 0 (überhaupt nicht ausgeprägt) bis 12 (übermäßig ausgeprägt) eingeschätzt.[13]

4 Fazit

Um beruflich erworbene Qualifikationen und Kompetenzen anrechnen zu können, ist es zunächst notwendig, zwischen explizitem Wissen, Kenntnissen und Fähigkeiten auf der einen Seite, sowie Kompetenzen auf der anderen Seite zu differenzieren. Während Fachinhalte, zu denen auch Kenntnisse und Fähigkeiten zählen, am einfachsten und effektivsten über traditionelle Prüfungs- und Testverfahren abzuprüfen sind, lassen sich Kompetenzen nur im Rahmen ihres Auftretens beobachten und somit auch bewerten. Gleichwohl muss jeder Form von Kompetenzentwicklung die Aneignung von Wissen, Kenntnissen und Fertigkeiten vorausgehen, denn nur aus diesem Positionen heraus lassen sich Kompetenzen entwickeln. Für die Modulgestaltung heißt das, dass trotz Kompetenzorientierung Fachinhalte und Kompetenzbereiche unauflösbar miteinander verwoben sind.

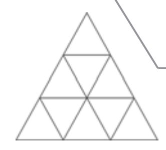
Daraus sind nunmehr auch Schlussfolgerungen für die Entwicklung und den Einsatz eines Anrechnungsverfahrens beruflich erworbener Qualifikationen und Kompetenzen abzuleiten. Die Anrechnung kann nur dann zielgerichtet und sachlogisch sein, wenn zunächst für das Modul, in dem Inhalte angerechnet werden sollen, differenziert beschrieben wird, welche Qualifikationen und welche Kompetenzen es vermittelt und die Kompetenzen operationalisiert wurden. Erst dann kann ein Verfahren greifen, das die anzurechnenden Inhalte nach Inhalt und Niveau mit denen des Bewerbers vergleicht und eine Aussage über die Möglichkeit einer Anrechnung trifft.

5 Literatur

[1] Bootz, I., Hartmann, Th. in DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung, 1997, „Kompetenzentwicklung statt Weiterbildung?" http://diezeitschrift.de/497/bootz97_01.htm
[2] Erpenbeck/von Rosenstiel, 2003, „Handbuch Kompetenzmessung", Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart
[3] Forum Bildung, 2001, „Kompetenzen als Ziele von Bildung und Qualifikation" http://www.forum-bildung.de/files/ex-bericht-bq.pdf#search=%22unterschied%20qualifikation%20kompetenz%22
[4] Frank, I., Gutschow, K., Münchhausen, G., 2005, „Informelles Lernen – Verfahren zur Dokumentation und Anerkennung im Spannungsfeld von individuellen, betrieblichen und gesellschaftlichen Anforderungen", Bertelsmann Verlag, Bonn
[5] Gemeinsame Erklärung der europäischen Bildungsminister („Bologna Erklärung"), 19.09.1999, „Der europäische Hochschulraum", http://www.hrk-bologna.de/bologna/de/download/dateien/Bologna_Erklaerung.pdf
[6] Gützkow, F., Quaißer G., (Hg.), 2005, „Jahrbuch Hochschule gestalten 2005 Denkanstöße zum Bologna-Prozess" ,Bielefeld: UniversitätsVerlagWebler.
[7] Hanf, G., Rein, V., 2006, „Auf dem Weg zu einem nationalen Qualifikationsrahmen" http://www.bibb.de/de/print/25722.htm
[8] Kommission der europäischen Gemeinschaften, 2000, „Memorandum über lebenslanges Lernen", http://www.nabibb.de/uploads/zusatz2/memorandum_lebenslangeslernen.pdf
[9] Kultusministerkonferenz, 21.04. 2005, „Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse", http://www.kmk.org/doc/beschl/BS_050421_Qualifikationsrahmen_AS_Ka.pdf
[10] Mattes, Th., Zawacki-Richter, O., Barthel, E., in Westermann/Koch, 2006, Tagungsdokumentation zum Workshop „Von Kompetenz zu Credits – Anrechnung beruflich erworbener Kompetenzen auf ein Hochschulstudium"
[11] North, K., Wissenstreppe, 2005 http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/Veranstaltungen/Dokumente/north-05-11-18.pdf

---

1 vgl. Kommission der europäischen Gemeinschaften, 2000, S.3
2 vgl. gemeinsame Erklärung der europäischen Bildungsminister, 1999, S.3
3 vgl. KMK, 2005, S. 3
4 vgl. Hanf, G., Rein, V., 2006, S. 11
5 vgl. Hanf, G., Rein, V., 2006, S. 6
6 vgl. Erpenbeck/von Rosenstiel, 2003, S. XI
7 vgl. Bootz, I., Hartmann, Th., 1997
8 vgl. Erpenbeck in Frank, I., Gutschow, K., Münchhausen G., 2005, S. 46
9 vgl. Forum Bildung, 2001
10 vgl. Wissenstreppe von North, K.
11 vgl. Gützkow, F., Quaißer, G., 2005
12 vgl. Erpenbeck/von Rosenstiel, 2003, S. XI
13 vgl. Mattes, Th., Zawacki-Richter, O., Barthel, E., in Westermann/Koch, 2006



M. Kaiser / L. Goldhahn

Mehrkriterielle Adaption multimedialer Prozessbeschreibungen mittels wissensbasierter Planungssysteme für den Fabrikbetrieb

Michael Kaiser, Tel.: (03727) 976-396, E-Mail: mkaiser@htwm.de, Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich Maschinenbau/ Feinwerktechnik, Technikumplatz 17, 09648 Mittweida

Kurzfassung:

Die Herstellung kundenspezifischer Produkte stellt hohe Anforderungen an die Wandlungsfähigkeit moderner Fabriken. Mit den Werkzeugen der Digitalen Fabrik kann diese hohe Flexibilität beherrscht werden. Dies bedingt eine starke Zunahme von produkt- und prozessspezifischen Daten und Informationen im Fabrikbetrieb. Im folgenden Artikel werden nicht nur moderne Hilfsmittel, wie multimediale Prozessbeschreibungen und wissensbasierte CAP-Systeme vorgestellt, sondern ein neuartiger Ansatz, welcher diese Trends vereint und zu dem nutzerindividuelle, situationsadäquate Prozessdokumente mittels wissensbasierterPlanungssysteme generiert. Dies stellt einen Beitrag zur Beherrschung der immer weiter zunehmenden Informationsvielfalt und -menge dar, soll prozessrelevante Handlungen beschleunigen und Handlungsfehler reduzieren.

1. Einleitung

Die Arbeitsplanung, als zentrale Wertschöpfungsaufgabe in produzierenden Unternehmen wird zunehmend bestimmt durch den Einsatz moderner Software. Zum einen wird dies bedingt durch einen Anstieg der Daten- und Informationsmengen in der Arbeitsplanung selbst als auch in vor- und nachgelagerten Teilen der Wertschöpfungskette, wie der Konstruktion und der Fertigung und zum anderen der Zunahme von Planungsaufgaben in diesen Bereichen.
Wichtige Werkzeuge des Arbeitsplaners als auch des Werkers in der Fertigung sind Prozessbeschreibungen, immer mehr auch multimediale, und wissensbasierte CAP-Systeme. Beide leisten in ihren Einsatzfeldern einen bedeutenden Beitrag zur Beherrschung der im Fabrikbetrieb anfallenden Aufgaben, stoßen aber in unterschiedlichen Situationen an ihre Leistungsgrenzen.
Hier gilt es neue Lösungen zu entwickeln, um diese Grenzen zu überwinden und die steigende Gefahr von Handlungsfehlern bei einer Zunahme von Informationen und Aufgaben zu reduzieren.

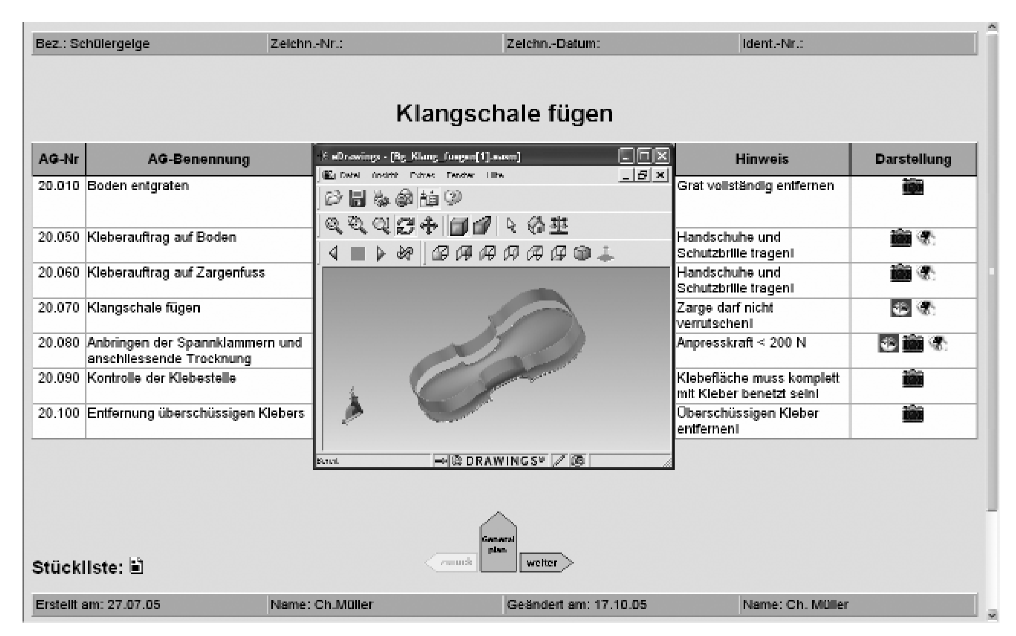
2. Multimediale Prozessbeschreibungen

In Zeiten permanenter Wandlung von Unternehmen (Wirth, Schenk, 2004, S. V) entsprechen alpha-numerische Prozessbeschreibungen, z. B. Arbeitspläne wie sie bisher in den meisten Unternehmen eingesetzt werden, nicht in vollen Umfang den Einsatzanforderungen und nutzen zudem die Möglichkeiten moderner Computersysteme nicht aus. Der Grund dafür sind die kundenindividuellen Anforderungen an die Hersteller und die daraus resultierende Tendenz zur Fertigung mit kleinen Losgrößen.
Somit stehen die Unternehmen vor der Herausforderung die Produkte und Prozesse an neue sich ergebende Situationen zu adaptieren (Wirth, Baumann, 2001, S. 3; Zäh, Müller, 2004, S. 52).
So wurden Prozessbeschreibungen in den letzten Jahren weiterentwickelt und mit multimedialen Elementen wie Bildern, Grafiken, Videos und 3D-Modellen ergänzt (Bild 1),

Goldhahn, Müller, 2005; Goldhahn, Raupach, 2005). Ziel dieser multimedialen Prozessbeschreibungen sind Ergänzung oder Wegfall von Papierdokumenten, um durch die elektronischen Pläne einen erheblichen Mehrgehalt an Informationen für Ingenieure und Werker zu vermitteln (Meier, Neuschwinger, 2000; Spath, Gerlach, 2003).
Aufgrund der hohen Leistungspotentiale multimedialer Prozessbeschreibungen wurde im Fabrikbetrieb eine Vielzahl an fertigungsrelevanten Dokumenten multimedial entwickelt. Dies sind neben den erwähnten Arbeitsplänen (sowohl Teilefertigung als auch Montage) Stücklisten, Qualitätsprüfpläne, Einrichtplane und Maschinenbeschreibungen (Goldhahn, Kretzschmar, Kaiser, 2004; Goldhahn, Puchegger, Regenfelder, 2005).

3. Wissensbasierte CAP-Systeme

Ein spezielles Anwendungsgebiet wissensbasierter Systeme ist die Arbeitsplanung. Die hier eingesetzten Systeme sind wissensbasierte CAP-Systeme, welche mit ihren vielfältigen Aufgaben sowohl den Arbeitsplaner als auch den Werker in der Teilefertigung und Montage unterstützen. Wissensbasierte CAP-Systeme, nach dem Stand der Technik sind objektorientierte Systeme, welche in Entwicklungssystem und Anwendungssystem unterschieden werden (Goldhahn, 2005).



Bez.: Schülergeige | Zeichn.-Nr.: | Zeichn.-Datum: | Ident.-Nr.:

Klangschale fügen

AG-Nr	AG-Benennung	Hinweis	Darstellung
20.010	Boden entgraten	Grat vollständig entfernen	
20.050	Kleberauftrag auf Boden	Handschuhe und Schutzbrille tragen!	
20.060	Kleberauftrag auf Zargenfuss	Handschuhe und Schutzbrille tragen!	
20.070	Klangschale fügen	Zarge darf nicht verrutschen!	
20.080	Anbringen der Spannklammern und anschliessende Trocknung	Anpresskraft < 200 N	
20.090	Kontrolle der Klebestelle	Klebefläche muss komplett mit Kleber benetzt sein!	
20.100	Entfernung überschüssigen Klebers	Überschüssigen Kleber entfernen!	

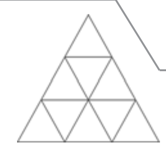
Stückliste:

Erstellt am: 27.07.05 | Name: Ch.Müller | Geändert am: 17.10.05 | Name: Ch. Müller

Bild 1: Multimedialer Arbeitsplan (Ausschnitt) eines Instrumentes

Im wissensbasierten Entwicklungssystem erfolgt die objektorientierte Programmierung u. a. mittels:

- Klassen
- Objekten
- Vererbung
- Regeln
- Bedingungen (Constraints)
- Prozeduren/Methoden
- Entscheidungstabellen
- Datenbankanbindung.



Das wissensbasierte Anwendungssystem ermöglicht dem Nutzer z. B. die Auswahl und Festlegung von:

- Rohmaterial
- Prozessfolge
- Maschinen, Werkzeuge, Vorrichtungen
- Arbeitsvorgänge
- Zugehörige Stücklistenposition

sowie der Berechnung von:

- Zeit je Einheit, Rüstzeit
- Durchlaufzeit (theoretisch)
- Kosten

und einer Zusammenstellung von Daten für:

- Arbeitspläne
- Arbeitsanweisungen
- Werkzeuglisten
- Stücklisten
- ERP/PPS-Systeme
- NC-Programmiersysteme (CAM).

Im Vorfeld der unternehmensspezifischen Entwicklung eines wissensbasierten CAP-Systems stehen eine Ist-Analyse und eine Anforderungsanalyse. Auf diese Weise kann dem Nutzer eine für seine Problemsituation spezifische Lösung entwickelt werden, die ihm als Expertensystem dient (Goldhahn, Kaiser, 2005c). Für den Aufbau ist das Wissen der Arbeitsplaner und Werker eine entscheidende Grundlage zur effektiven Nutzung des späteren CAP-Systems.
So hat der Systemnutzer in der Variantenfertigung die Möglichkeit der einfachen und schnellen An-passung von fertigungsrelevanten Dokumenten. Zudem unterstützten diese Systeme bei der Material-auswahl und der Bestimmung von Fertigungsparametern. Es lassen sich realistische Fertigungszeiten ermitteln, was im Unternehmen zu reproduzierbaren Kostenplanungen und realistischen Terminanga-ben für den Kunden beiträgt (Goldhahn, Schubert, Schmidt, 2005).
Da sich die Anforderungen der CAP-Anwender unterscheiden, werden unterschiedliche Anwendungssysteme erforderlich, z. B. zur Kalkulation, Stücklisten- oder Arbeitsplanerstellung, welche entsprechend den Nutzeranforderungen entwickelt werden müssen.

4. Adaption multimedialer Prozessbeschreibungen

Die Integration von multimedialen Elementen in ein wissensbasiertes CAP-System (Goldhahn, Kaiser, 2006) ist Grundlage für die Adaption dieser damit generierbaren Prozessbeschreibungen. (Bild 2). Diese entscheidende Neuerung ist Teil der Methodik und unbedingte Voraussetzung für eine Adaption multimedialer Prozessbeschreibungen mit einem wissensbasierten Planungssystem.

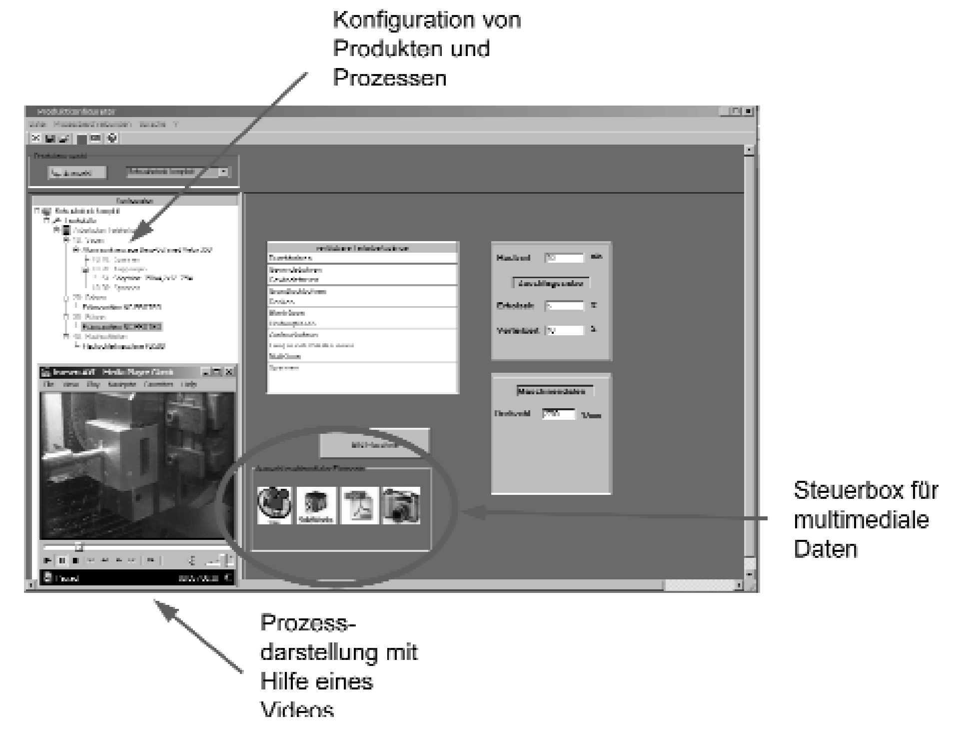


Bild 2: Integration multimedialer Elemente in ein wissensbasiertes CAP-System

Für die Adaption multimedialer Prozessbeschreibungen wurden Kriterien gefunden, nach welchen sich die Inhalte der zu generierenden Dokumente beschreiben lassen /Goldhahn, Kaiser, 2005a/. Die Kriterien werden unterteilt in

- objektorientierte,
- funktionsorientierte und
- situationsorientierte

Kriterien.

Objektorientierte Kriterien sind Kriterien, welche die enthaltenen Elemente einer Prozessbeschreibung spezifizieren. Sie beziehen sich in erster Line auf die Darstellung der Informationen zum Prozess. Definiert wurden folgende Kriterien:

- Art der einzubindenden Medien
- Umfang der Informationen pro Prozessschritt
- Erforderliche Ebenen der Prozessbeschreibung.

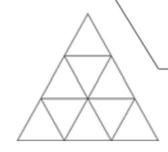
Situationsorientierte Kriterien beschreiben, die relevanten Eigenschaften des Nutzers, seine Kenntnisse und Qualifikationen. Definiert wurden hier die Kriterien:

- Fachliche Erfahrung der Nutzer
- Aufgaben und/oder Nutzergruppe
- Art des Prozesses
- Art der Planung.

Mit den funktionsorientierten Kriterien wird die eigentliche Aufgabe der Dokumente definiert. Hierzu existieren folgende Kriterien:

- Art der Prozessbeschreibung
- Art der Nutzung der Informationen
- Darstellungsform.

Die insgesamt 10 Kriterien aus den drei beschriebenen Kategorien lassen sich mit ihren individuellen Ausprägungen in einer Matrix zusammenfassen (Bild 3). Hierbei sind unter



schiedliche Ausprägungen (inhaltlich und quantitativ) möglich, die in Abhängigkeit von der Art des Unternehmens und der eigentlichen Produkte und Prozesse variieren. In Expertengesprächen wurden die Kriterien evaluiert.
In einem nächsten Schritt werden die Abhängigkeiten sowohl der Kriterien untereinander als auch ihrer Ausprägungen definiert. Hierzu wurden mehrere Matrizen konzipiert, welche die grundlegenden Abhängigkeiten darstellen. Die Deklaration der Adaptionsabhängigkeiten bestand aus Festlegungen hinsichtlich einer möglichen, einer unbedingten und einer sich gegenseitig ausschließenden Abhängigkeit. Die Evaluierung erfolgte im Expertengespräch.

Objektorientierte Kriterien	1	Art der einzubindenden Medien	Text	Video	Grafik	Foto	CAD-Daten	Animation	Audio	
	2	Umfang der Informationen pro Prozessschritt	Handlungs-anweisung	Darstellung von Prozesszeiten	Darstellung von Betriebsmitteln	Darstellung von Vorrichtungen	Darstellung von Werkzeugen	Darstellung von Prüfmitteln	Darstellung von Materialien, Teilen und Baugruppen	Auftrags-spezifische Informationen
	3	Erforderliche Ebenen der Prozessbe-schreibung	Prozess	Teilprozess	Prozesssegment	Prozesselement	Aktivität			
Situationsorientierte Kriterien	4	Fachliche Erfahrung der Nutzer	Keine Kenntnisse vorhanden	Anfänger	Fortgeschrittener/ Routinier	Profi/ Experte				
	5	Aufgaben und/ oder Nutzergruppe	Konstrukteur	Arbeitsplaner	Arbeitssteuerer	Werker für Teilefertigung	Werker für Montage	Qualitätsprüfer	Qualitätsplaner	Einrichter
	6	Art des Prozesses	Konstruktions-prozess	Arbeitsplanungs-prozess	Arbeitssteuerungs-prozess	Teilefertigungs-prozess	Montageprozess	Qualitätsplanungs-prozess	Qualitätsprüf-prozess	Transportprozess
	7	Art der Planung	Neuplanung	Anpassungs-planung	Wiederholplanung	Variantenplanung				
Funktionsorientierte Kriterien	8	Art der Prozess-beschreibung	Prozess-beschreibung Teilefertigung	Prozess-beschreibung Montage	Prozess-beschreibung Qualitätssicherung	Prozess-beschreibung Transport	Prozess-beschreibung Verpackung			
	9	Art der Nutzung der Informationen	Fachlich (als Handlungs-anweisung)	Administrativ (generieren, manipulieren, adaptieren)	Informativ					
	10	Darstellungsform	Papier	Programm-spezifische Darstellung	Programm-unabhängige Darstellung					

Bild 3: Matrix mit Adaptionskriterien

Eine grundlegende Untersuchung und anschließende Definition von Möglichkeiten zur Umsetzung der Kriterien, ihrer Ausprägungen und deren Abhängigkeiten in einem wissensbasierten System sichert eine Realisierung der Methodik in einem Prototypen und bildet die Grundlage für weitere Untersuchungen und Verbesserungen.

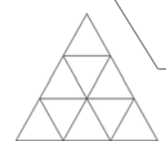
5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Adaption multimedialer Prozessbeschreibungen für den Fabrikbetrieb stellt eine vielversprechende Möglichkeit dar, dem Akteur im Unternehmen ein neues vielseitiges, flexibles und leistungsfähiges Werkzeug in die Hand zu geben, mit welchem er zeitsparender, sicherer und zielführender agieren kann.
Diese Methodik greift integrativ, so dass nicht nur einzelnen Personen eine Unterstützung zu Teil wird, sondern möglicherweise den Mitarbeitern im gesamten Fabrikbetrieb. Dies sind z. B. Konstrukteur, Arbeitsplaner, Arbeitsvorbereiter, Werker,

Qualitätssicherer und innerbetriebliche Logistiker.
So besteht die Neuerung nicht nur aus einer erstmaligen Kombination von wissensbasiertem System und multimedialen Elementen, sondern auch aus der spezifischen Adaption der vielfältigen Informationen im Fabrikbetrieb an den Nutzer, seine Aufgaben, Fähigkeiten und Arbeitssituationen.
Die Realisierung eines Prototypen erfolgte in einem wissensbasierten System und wurd durch ein Planspiel im Rahmen der studentischen Ausbildung getestet und evaluiert.

6. Literatur

[1] Goldhahn, 2005/ Goldhahn, Leif: Wissensbasierte Arbeitsplanung. Mittweida - Regionales Zentrum für innovative Technologien Workshop Innovationen für die Arbeitsplanung. Scientific Reports 1/2005. Mittweida: Hochschule Mittweida, 2005, S. 16 - 20
[2] Goldhahn, Kaiser, 2005a/ Goldhahn, Leif; Kaiser, Michael: Knowledge based approach to adapt multimedia process descriptions for process planning and manufacturing. In: Zäh, Michael; Reinhart, Gunther: 1st International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2005). München: Herbert Utz, 2005, S. 415 - 419
[3] Goldhahn, Kaiser, 2005b/ Goldhahn, Leif; Kaiser, Michael: Integration multimedialer Daten zur Arbeitsplanung und Werkerinformation in camos.CAPP. camos Usermeeting 2005, Pforzheim
[4] Goldhahn, Kaiser, 2005c/ Goldhahn, Leif; Kaiser Michael: Wissensbasierte CAP-Lösung für die Variantenfertigung von Teilefamilien. In: Forschungsbericht 03/04 Hochschule Mittweida (FH), Mittweida 2005, S. 160 - 163
[5] Goldhahn, Kaiser, 2006/ Goldhahn, Leif; Kaiser, Michael: Integration multimedialer Daten in ein wissensbasiertes CAP-System. In: Müller, Egon (Hrsg.): Vernetzt planen und produzieren - VPP2006. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz, iBF, 2006, S. 178 - 182
[6] Goldhahn, Kretzschmar, Kaiser, 2004/ Goldhahn, Leif; Kretzschmar, Hans-Gerhard; Kaiser, Michael: Development and application of multimedia quality inspection plans at Coordinate Measuring Machines. In: VIth International Scientific Conference Coordinate Measuring Technique Bielsko-Biala 2004. Scientific Bulletin of University of Bielsko-Biala. Number 10. 2004, S. 49 - 54
[7] Goldhahn, Müller, 2005/ Goldhahn, Leif; Müller, Christian: Multimediale Beschreibung des Montageprozesses einer neuen Geigengeneration. Vortrag zum IMM-Workshop Automatisierungstechnik. Mittweida: IMM, 04.11.2005
[8] Goldhahn, Puchegger, Regenfelder, 2005/ Goldhahn, Leif; Puchegger, Markus; Regenfelder, Jochen : Einführung multimedialer Arbeitspläne und CAD-Anbindung für den Gerätebau. Scientific Reports Nr. 1, 2005, S.25-29
[9] Goldhahn, Raupach, 2005/ Goldhahn, Leif; Raupach, Annett: Web Based Training zur Erstellung multimedialer Arbeitspläne. Mittweida - Regionales Zentrum für innovative Technologien Workshop Innovationen für die Arbeitsplanung. Scientific Reports 1/2005. Mittweida: Hochschule Mittweida, 2005, S. 36 - 40
[10] Goldhahn, Schubert, Schmidt, 2005/ Goldhahn, Leif; Schubert, Andreas; Schmidt, Andreas: Wissensbasierte CAP-Lösung in der Praxis. Scientific Reports Nr. 1, 2005, S.21-24
[11] Meier, Neuschwinger, 2000/ Meier, Horst; Neuschwinger Andreas Heinrich: M-AIS - ein multimediales Arbeitsplatz-Informationssystem; Werkstattstechnik 1/2-2000; S. 13 - 16
[12] Spath, Gerlach, 2003/ Spath Dieter; Gerlach Stefan: Informationen in Teams in Montage und Produktion; Werkstattstechnik 9-2003;
[13] Wirth, Baumann, 2001/ Wirth, Siegfried; Baumann, André: Innovative Unternehmens- und Produktionsnetze. Wissenschaftliche Schriftenreihe Heft 8, 4. überarb. Auflage; Technische Universität Chemnitz: Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme; 2001
[14] Wirth, Schenk, 2004/ Wirth, Siegfried; Schenk Michael: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb - Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2004
[15] Zäh, Müller, 2004/ Zäh, Michael; Müller, Stefan: Referenzmodelle für die Virtuelle Produktion. In: Industrie Management; 1-2004; S. 52 - 55

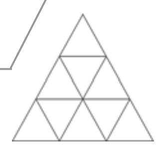


M. Solovjov

Betriebliche Mitbestimmung in Deutschland und ihre Entsprechung in Russland - ein funktionaler Rechtsvergleich

Michael Solovjov, Tel.: (030) 339 85327, E-Mail: maxsoy@gmail.com, Technische Fachhochschule Wildau, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

Es ist müßig, die fundamentalen rechtlichen Veränderungen, die auf dem Gebiet des Rechts in der Russischen Föderation (RF) in den letzten 16 Jahren stattgefunden haben, aufzuzählen[1]. In diesem Zusammenhang sollte eigentlich das Arbeitsrecht im Mittelpunkt der Reformen gestanden haben, war es doch einer der "großen Stützpfeiler des Sowjetstaates"[2] , welcher nun "abgerissen" werden sollte. Überraschenderweise war in den ersten 11 Jahren der Reformen die Kodifikation des russischen Arbeitsrechts, das Arbeitsgesetzbuch 1971 (AGB 1971), weitgehend unangetastet geblieben Das aktuell geltende AGB 2001 trat erst am 30. Dezember 2001 in Kraft.
Andererseits bietet diese relativ aktuelle Veränderung im russischen Recht die Chance, zu untersuchen, ob das neu formierte Arbeitsrecht der RF mit einem sich seit jeher freiheitlich-demokratisch entwickelndem Arbeitsrecht - wie dem der Bundesrepublik - zu vergleichen ist. Ohne Frage würde eine solche Analyse in Bezug auf das ganze Arbeitsrecht der RF den Rahmen einer Diplomarbeit sprengen. Ein Hauptaspekt jeder Arbeitsrechtsordnung ist die betriebliche Mitbestimmung. Es soll daher die betriebliche Mitbestimmung der Arbeitnehmer in Deutschland als Maßstab zu Rate gezogen werden, um die entsprechenden Teile des russischen Arbeitsrechts einem funktionalen Vergleich zu unterziehen.
Ein perspektivisches Ziel dieser Arbeit ist es, die rechtswissenschaftliche Vorarbeit für die Einführung kollektiver betrieblicher Beteiligungsrechte in der RF nach dem deutschen Vorbild zu leisten, um dadurch möglicherweise die Steigerung der Mitarbeitermotivation und der Arbeitseffizienz in der RF zu bewirken.
Zur Erreichung dieser Ziele wird die Arbeit in vier hauptsächliche Punkte eingeteilt.
In einem ersten Schritt (**A**) wird der aktuelle Status der betrieblichen Beteiligungsrechte in Deutschland nach dem Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) dargelegt.
In einem zweiten Teil (**B**) werden die gesetzlichen Ansätze für die Arbeitnehmermitbestimmung in der RF dargestellt. Hier muss mangels einer einheitlich kodifizierten Betriebsverfassung auf eine Vielzahl von Fachgesetzen (Gewerkschaftsgesetz, Kollektivvertragsgesetz, Belegschaftsrätegesetz etc.) und die Arbeitsgesetzbücher von 1971 und von 2001 abgestellt werden, um ein Gesamtbild zeichnen zu können, wie es sich neuerdings im Rechtsinstitut der "Sozialpartnerschaft" zeigt.
Nach der Untersuchung der jeweiligen nationalen Rechtslagen folgt der funktionale Rechtsvergleich (**C**). Hier gilt es nach den sozialen Konfliktfeldern geordnet, die Effizienz der jeweiligen derselben Funktion dienenden Rechtsregeln darzulegen.
Abschließend (**D**) folgt eine Erörterung der Möglichkeiten der Anpassung desjenigen Rechts, was sich als verbesserungswürdig herausstellt. Es gilt dabei zu untersuchen, inwiefern eine Vollübertragung oder eine Übernahme in Teilen mit dem Gesamtumfeld des anzupassenden Rechts in Einklang gebracht werden kann, oder ob sich ein solches Vorhaben als systemwidrig erweisen würde.



M. Solovjov

A Die deutsche Betriebsverfassung findet ihre Kodifizierung im Betriebsverfassungsgesetz 1972; es finden sich aber auch außerhalb dieses Hauptwerkes Bestimmungen in anderen Gesetzen, die entsprechende Angelegenheiten regeln.

I Das wesentliche Organ des Betriebsverfassungsgesetzes ist der Betriebsrat.[3] Seine prinzipielle Aufgabe ist die Wahrnehmung der Interessen der Gesamtbelegschaft eines Betriebes gegenüber dem Arbeitgeber. Mit ihm soll der Betriebsrat nach der in § 2 I BetrVG aufgestellten Forderung - die eine Präambel des BetrVG darstellt vertrauensvoll zusammenarbeiten. Der Betriebsrat wird grundsätzlich in einer direkten und geheimen Verhältniswahl gewählt (§ 14 BetrVG). Die Größe des Betriebsrates, d.h. die Zahl seiner Mitglieder, hängt von der Zahl der "in der Regel" im Betrieb beschäftigten Arbeitnehmer ab (Einzelheiten in § 9 BetrVG). Die regelmäßige Dauer der Amtszeit des Betriebsrats beträgt vier Jahre, § 21 S. 1 BetrVG. Der Betriebsrat bildet seinen Willen in Sitzungen, die nicht öffentlich sind und in der Regel während der Arbeitszeit stattfinden (§ 30 BetrVG). Die Mitglieder des Betriebsrates führen ihr Amt unentgeltlich als Ehrenamt (§ 37 I BetrVG), besitzen aber zur Sicherung ihrer Unabhängigkeit einen besonderen Kündigungsschutz nach §§ 15, 16 KSchG.

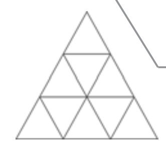
II Die Mitbestimmung auf Betriebsebene findet in den materiellrechtlichen Beteiligungsrechten des Betriebsrates ihren eigentlichen Niederschlag. Hierbei gilt es zwischen den Arten der Beteiligungsrechte und den Sachmaterien zu unterscheiden.

1. Unter dem Begriff der **Arten der Beteiligungsrechte** des Betriebsrats lassen insgesamt sechs abgestufte Fälle unterscheiden:

- **Unterrichtungs- und Informationsrechte:** Die schwächste Art der Beteiligung, z. B. § 80 II BetrVG
- **Die Anhörung:** Kenntnisnahme von der Ansicht des Betriebsrates und Auseinandersetzung damit, z.B. § 102 I BetrVG
- **Beratungsrechte:** Gemeinsame Erörterung der Ansicht des Betriebsrates, z.B. § 90 II BetrVG
- **Widerspruchs- oder Vetorechte:** Wichtigstes Beispiel ist das Recht in § 102 III BetrVG bei Kündigungen
- **Die Zustimmung:** Darf nur unter bestimmten Prämissen versagt werden, Beispiel § 99 BetrVG - personelle Einzelmaßnahmen wie z. B: Versetzung
- **Das Mitbestimmungsrecht im engeren Sinne:** Völlig gleichberechtigte Beteiligung bei bestimmten sozialen Angelegenheiten, § 87 BetrVG. Der Arbeitgeber kann ohne den Betriebsrat nicht handeln.

2. An **Sachmaterien (Bereichen) der Beteiligung** bestehen vier:

- Die allgemeinen Aufgaben: Der Betriebsrat hat u.a. darüber zu wachen, dass alle im Betrieb tätigen Personen nach den Grundsätzen von Recht und Billigkeit behandelt werden.
- Die wirtschaftlichen Angelegenheiten: Das sind Vorgänge und Vorhaben, welche die Interessen der Arbeitnehmer des Unternehmens wesentlich berühren können.
- Die personellen Angelegenheiten: Unter dem Begriff der personellen Angelegenheiten fasst das BetrVG verschiedene Maßnahmen aus dem Personalmanagement zusammen.
- Die sozialen Angelegenheiten: Bei diesem Sachgebiet handelt es sich hauptsächlich um Fragen der Ordnung des Betriebs und des Verhaltens der Arbeitnehmer im Betrieb.



3. Fixiert werden die Beteiligungsrechte in Betriebsvereinbarungen (§ 77 BetrVG).

B Im russischen Arbeitsrecht besteht keine Kodifikation der Mitbestimmung auf der Ebene der Arbeitnehmer, vergleichbar mit dem Betriebsverfassungsgesetz. Ein umfassendes Bild darüber ergibt sich erst aus der Betrachtung mehrerer Gesetzeswerke, in denen die entsprechenden Materien mosaikartig verteilt sind. Dies sind:

- Das Kollektivvertragsgesetz von 1992 (KollVertG)
- Das Arbeitsgesetzbuch 2001 (AGB 2001)
- Das Gewerkschaftsgesetz von 1996 (GewerkG)

Erschwerend für die Aufgabe, eine Gesamtübersicht zu geben, kommt hinzu, dass im Falle des AGB 2001 sein Vorgänger aus dem Jahr 1971 Aussagen zu den hier zu untersuchenden Grundfragen traf, die nunmehr in der aktuellen Fassung nicht behandelt werden. Insofern ist zu fragen, inwieweit auch das AGB 1971 bereits für die Grundlagen zu Rate gezogen werden muss.

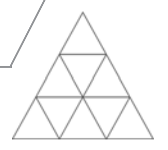
I Der wichtigste Begriff des russischen kollektiven Arbeitsrechts beschreibt den ersten Anknüpfungspunkt und die erste Ebene der Verortung der kollektiven Rechte - es ist die "Organisation".

Alle drei oben aufgeführten Gesetze beziehen sich auf diesen Terminus. Das KollVertG spricht in § 2 III (Grundbegriffe) von den "Vertretern der Arbeitnehmer der Organisation", die die Beteiligungsrechte umsetzen. AGB 2001 erwähnt in § 29 II (Vertreter der Arbeitnehmer) die "Umsetzung der Interessen der Arbeitnehmer der Organisation". Das GewerkG führt in § 3 II (Grundbegriffe) bei der Definition der Gewerkschaftsform auf der (ersten) Ebene der Arbeitnehmer die "Organisation" an. Damit ist klar, dass dieser Begriff eine analoge Stellung zu dem im deutschen Recht geltenden "Betrieb" besitzt. Es gilt zu untersuchen, inwieweit diese Begriffe dasselbe bedeuten.

II Im russischen Mitbestimmungsrecht herrscht im Gegensatz zum deutschen Betriebsverfassungsrecht ein Pluralismus der Arbeitnehmervertreter vor - d.h. es gibt nicht den Solitärvertreter (Betriebsrat), sondern es sind mehrere Arbeitnehmervertreter gesetzestechnisch vorgesehen.

1. "Die primäre Gewerkschaftsorganisation" und "gewähltes Organ": Der **gewerkschaftliche Vertreter** der Arbeitnehmer (nicht nur der Mitglieder) der Organisation ist die primäre Gewerkschaftsorganisation, die durch ihr gewähltes Organ tätig wird. Für diesen Vertreter gibt § 3 II GewerkG eine Legaldefinition. Danach ist die primäre Gewerkschaftsorganisation eine freiwillige Vereinigung von Gewerkschaftsmitgliedern, die i.d.R. in derselben Stiftung, Unternehmen oder Organisation arbeiten.

2. Die Arbeitnehmerversammlung (Konferenz)" und der "Rat des Arbeitskollektivs (STK)" (vgl. § 29 II und § 31 I AGB 2001): Diese Termini bezeichnen die **nichtgewerkschaftlichen Organe** der Arbeitnehmerschaft auf der Organisationenebene. Allerdings gilt es schon hier anzumerken, dass der zweite aus dem Gebrauch des aktuellen Arbeitsrechts verschwunden ist. Weder die Verfassung der RF noch das AGB 2001 führen diesen Begriff nunmehr an. Er wirkt in seiner Bedeutung aber fort. Das vorrangige nichtgewerkschaftliche Organ der Belegschaft ist die allgemeine Arbeitnehmerversammlung (Konferenz). Die Befugnisse des Arbeitskollektivs in den Zeiträumen zwischen den Konferenzen nimmt das STK wahr. Es handelt sich um ein operativ-ausführendes Organ, welches in vollem Maße den Weisungen der Konferenz unterworfen ist, und welches durch eine Wahl auf der Konferenz entsteht.[4]



III Die mit dem deutschen System vergleichbare Mitbestimmung ist eine Form des im AGB 2001 eingeführten Rechtsinstituts der "Sozialpartnerschaft" (§§ 23-55 AGB 2001). Die russische Gesetzesterminologie spricht dabei von "Beteiligung der Arbeitnehmer bei der Lenkung der Organisation". Der russische Gesetzgeber hat die gewerkschaftlichen und die nichtgewerkschaftlichen Arbeitnehmervertreter der Organisation mit unterschiedlichen Kompetenzen ausgestattet, wobei in der RF nur nach Beteiligungsrechtsarten und nicht nach Bereichen unterschieden wird.
1. Die Rechte bei der Lenkung der Organisation des gewerkschaftlichen Vertreters der Organisation umfassen folgende Beteiligungsrechtsarten:

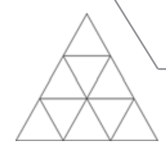
- **Umfängliches** (im Vergleich mit dem nichtgewerkschaftlichen) Anhörungsrecht, §§ 52, 371 AGB 2001
- **Umfängliches** Informationsrecht, § 53 AGB 2001
- **Umfängliches** Beratungsrecht, § 53 AGB 2001

2. Nach dem System des AGB 2001 hat der nichtgewerkschaftliche Vertreter nur einen Ausschnitt des Rechteumfangs des gewerkschaftlichen Vertreters:

- **Enges** Anhörungsrecht, §§ 52, 371 AGB 2001
- **Enges** Informationsrecht, § 53 AGB 2001
- **Enges** Beratungsrecht, § 53 AGB 2001

3. Das Verhältnis zwischen der gewerkschaftlichen und der nichtgewerkschaftlichen Vertretung offenbart eine offensichtliche Prärogative gewerkschaftlicher Vertretung auf der Ebene der Organisation:
Nichtgewerkschaftliche Vertretung kann nur dann bestehen, wenn:
a) keine primäre Gewerkschaftsorganisation in der "Organisation" existiert oder
b) die primäre Gewerkschaftorganisation weniger als die Hälfte der Arbeitnehmer auf sich vereinigt und sie nicht auf der Konferenz mit der Vertretung beauftragt wurde. Auch beim Bestehen des nichtgewerkschaftlichen Vertreters bleiben ihm die Rechte eines gewerkschaftlichen Vertreters vorenthalten.

C Die Aufgabe dieses Teils der Arbeit stellt sich dreiteilig dar. Es gilt, die sozialen Konfliktfälle und deren Parteien in der behandelten Rechtsmaterie herauszuarbeiten. Diese sind heutzutage von ihrer Grundkonstellation in Deutschland und der RF identisch. Sodann werden, im Sinne der "funktionellen Rechtstheorie", die oben unter den Punkten **A** und **B** erörterten Rechtsregeln im Hinblick auf ihre Funktion den Konfliktfällen zugeordnet. Letztlich liegt der Schwerpunkt in einer normativen Komponente - der Bewertung, wie gut oder wie schlecht die jeweiligen Rechtsregeln im Stande sind, die ihnen obliegende Aufgabe zu lösen.
Im Rechtsvergleich lassen sich insgesamt 5 Funktionen als Maßstäbe für die Vorschriften zu dem jeweiligen sozialen Konflikt erblicken und verwenden.
Die überragende Rolle nimmt die **Ausgleichs- und Schutzfunktion** des (kollektiven) Arbeitsrechts ein, die stets dann maßgeblich ist, wenn es um Konflikte im Bereich der grundsätzlichen Auseinandersetzung zwischen Arbeitnehmern bzw. ihren Vertretern und Arbeitgebern geht. Zudem ist konkret im Konflikt zwischen den Arbeitnehmervertretern und den Arbeitgebern das Element der **"verfahrensrechtlichen Effektuierung"** von großer Bedeutung. Ebenfalls ist hier die zweigliedrige **Funktion der Beteiligungsgerechtigkeit**[5] in Ansehung des Arbeitnehmervertreters von Wichtigkeit.

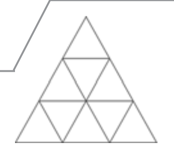


Die übrigen festgestellten Funktionen werden bei arbeitsrechtlichen Nebenkonflikten relevant. Bei der Auseinandersetzung zwischen der Belegschaft und dem Arbeitnehmervertreter ist der beste Kompromiss zwischen den beiden Extremen - der **"Repräsentanz- und der Kanalisierungsfunktion"** - gefragt. Im Konflikt der gewerkschaftlichen und nichtgewerkschaftlichen Gruppen innerhalb der Belegschaft ist die **Funktion der "rechtlichen Chancengleichheit"** bei der Besetzung der jeweiligen Vertreterorgane entscheidend.

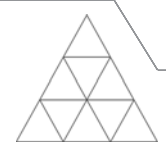
D Große Bedeutung hat in den letzten Jahren die Rechtsvergleichung als Hilfsmittel des Gesetzgebers in den mittel- und osteuropäischen Staaten erlangt, die nach dem Zusammenbruch des Sowjetsystems vor der Aufgabe einer umfassenden Neuordnung ihrer Rechtsysteme standen bzw. sich mitten in diesem Prozess befinden.
Die Umsetzung dieser Funktion der Rechtsvergleichung bildet den abschließenden Teil dieser Arbeit. Die Bilanz des obigen Rechtvergleiches ergibt eine ausnahmslose Vorzugswürdigkeit der deutschen Vorschriften über die betriebliche Mitbestimmung gegenüber ihren russischen Pendants. In diesem Sinne stellt sich die Frage nach einer etwaigen Optimierung des Rechts nur in eine Richtung - die Anpassung des russischen Rechts an das deutsche. Der vorliegende Teil der Arbeit stellt also auch einen theoretischen Vorschlag an den russischen Gesetzgeber dar, wobei aufgezeigt wird, dass es gewaltiger Systematisierungsleistungen im russischen Recht bedürfte, um eine entsprechende Anpassung realisieren zu können.

---

[1] Sehr ausführlich dazu Däubler, Auf dem Weg zum Rechtsstaat? 1996, S. 79 ff.; oder mit guter Übersicht Scharf, Recht und Realität in Russland, Wirtschaft und Recht in Osteuropa (WiRO), 1999, S. 4 ff.
[2] Lenin, Ausgewählte Reden und Aufsätze, 1972, S. 254.
[3] Vgl. Wester/Groll, Betriebsverfassungsrecht, 1997, S. 13.
[4] Smirnov, Arbeitsrecht, 2004, S. 91.
[5] Die gleichumfängliche Ausstattung mit Beteiligungsrechten der beiden Vertreter sowohl in Ansehung der ganzen Belegschaft (alle Gruppen) als auch unabhängig von ihrem eigenen Status als gewerkschaftlich oder nichtgewerkschaftlich.



Kultur- und Sozialwissenschaften



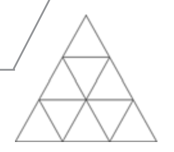
P.-G. Albrecht

Neue Kooperationsformen von Wohlfahrtsverbänden und gesellschaftlich engagierten Milieus

- Immer noch nur sehr bedingt beieinander: Wie Wohlfahrtsverbände und traditionelle gesellschaftlich engagierte Milieus in Ostdeutschland in Beziehung stehen -

Peter-Georg Albrecht, Tel.: (0391) 886 4567, E-Mail: peter-georg.albrecht@hs-magdeburg.de, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

Die evangelische Pfarrfrau, die sich diakonisch bei den Grünen Damen engagiert, der Gewerkschafter, der Solidarität durch Mitarbeit im Vorstand der Arbeiterwohlfahrt lebt, der katholische Studentenpfarrer, der wöchentlich mit seinen Studenten in der Bahnhofsmission caritativ wird, die Volkssolidaritäts-Ortsgruppenvorsitzende, die sich jugend-fürsorglich - wie früher - um Kinder in ihrem Volkssolidaritäts-Kindergarten kümmert... - sie alle sind Ausnahmen.
Dass westdeutsche Wohlfahrtsverbände beim Institutionentransfer in die neuen Bundesländer kaum Bezüge zu "ihren" Milieus gesucht und fruchtbar gemacht haben, ist spätestens seit Thomas Olk's Studie "Überholen ohne einzuholen" (1998) hinlänglich bekannt. Dass in Ostdeutschland, wenn auch weniger stark als in den alten Bundesländern, traditionelle Milieus[1] in Kirchgemeinden, Gewerkschaften und Volkssolidarität sowie neue Netzwerke aus der Bürgerbewegungs- und Parteiengründungsphase der Wende und aus den Zeiten der Vorruhestandsfreisetzungen und der Selbsthilfeförderung in der Mitte der 1990er Jahre vorhanden sind, hat die Bundestags-Enquetekommission zur "Zukunft des Bürgerschaftlichen Engagements" (2002) wieder einmal deutlich aufgezeigt.
Viele Autoren sehen in guten Kooperationen von SozialarbeiterInnen und sozial engagierten Freiwilligen eine Möglichkeit, den in der Krise stehenden deutschen Sozialstaat zukunftsfähig zu machen (so aktuell bspw. der 5. Altenbericht der Bundesregierung 2006 und der 7. Familienbericht 2005). Weit über fünfzehn Jahre nach der Deutschen Einheit tun sich jedoch Wohlfahrtsverbände und traditionelle, den Verbänden nahe stehende Milieus - im Folgenden "Eigenmilieus" genannt - immer noch schwer damit, aufeinander zuzugehen.
In einer Untersuchung der Hochschule Magdeburg-Stendal (2003-2006)[2] sind eine Vielzahl an Interviews geführt worden, um die Situation von Wohlfahrtsverbänden und traditionellen Milieus in ihrer Beziehung zueinander auszuleuchten. Am Beispiel von Caritas-Sozialarbeit und Kirchgemeinden zeigt sich:
Wohlfahrtsverbandsdienste und ihre Eigenmilieus sind nur sehr bedingt beieinander. Und: Sie aktivieren sich nicht wechselseitig für ihr Gemeinwesen.
Allerdings kommen nicht alle mittlerweile in Ostdeutschland existierenden Sozialen Dienste mit Milieus in Beziehung. Zumeist von gewerblichen Anbietern gegründete Firmen - in Anlehnung an Klug (1997) "Profit-Dienste" genannt - wie auch die "Initiativdienste" von Bürgerinitiativen - mal aufgrund von Finanzierungsmöglichkeiten und Förderung, mal durch eine kleinere soziale Bewegung ins Leben gerufen - verfügen anders als die hier thematisierten Dienste der klassischen Wohlfahrtsverbände über kein oder aber nur ein sehr kleines, überschaubares Milieu. Traditionellerweise sind in Ostdeutschland folgende Milieus mit Wohlfahrtsverbänden "verschwistert":

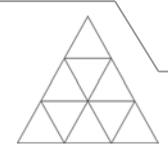


- Kirchenmitglieder der Evangelischen Kirche mit dem Diakonisches Werk,
- Linkspartei-Mitglieder und -wähler mit der Volkssolidarität (im DPWV),
- Kirchenmitglieder der Katholischen Kirche mit dem Caritasverband,
- SPD-Mitglieder und -wähler sowie gewerkschaftsnahe Personen mit der Arbeiterwohlfahrt.

Insgesamt sind diese Milieus jedoch verhältnismäßig klein. Anders als die evangelische und katholische Kirche und die Linkspartei, die über einen DDR-Mitgliederstamm verfügen, ist das SPD-Milieu erst in und nach der Wende entstanden. Der Vergleich von Mitarbeiterzahlen in den ostdeutschen Wohlfahrtsverbänden zeigt: Diakonisches Werk, Arbeiterwohlfahrt, Caritasverband und Volkssolidarität sind die mitarbeiterstärksten Organisationen. Anzunehmen ist, dass von den Wohlfahrtsverbandsdiensten viele gemeinwesenbezogen und milieukooperativ sind und die kleinen Milieus geradezu in ihren Wohlfahrtsverbandsdiensten aufgehen - diakonisch, solidarisch, caritativ und fürsorglich. Aber - so unsere Erkenntnis - Fehlanzeige:

1. Statt miteinander zu kooperieren werden Wohlfahrtsverbandsdienste und traditionelle Milieus unabhängig und getrennt voneinander aktiv. Sie handeln zumeist unabgestimmt und nebeneinander in ihrem Gemeinwesen. Wohlfahrtsverbandsdienste erfahren dabei nur selten Hilfe und Unterstützung von "ihren" Milieus. Anders herum sind sie wenig für die Milieus engagiert.
2. Die untersuchten traditionellen Milieus sind zum Teil eingeschworene Gemeinschaften, "geschlossene Veranstaltungen". Ihre Haltung zum Gemeinwesen ist zumeist eine zurückhaltende, skeptisch abwägende und abwartende. Selbst professionelle SozialarbeiterInnen finden zu den Milieus nur schwer Zugang. Kooperationen zwischen den traditionellen Milieus und Wohlfahrtsverbandsdiensten entstehen nur dann, wenn sich die Milieus Gemeinwesenbezüge wünschen und für eine Zusammenarbeit öffnen.
3. Viele untersuchte Wohlfahrtsverbandsdienste sind, so sie dazu beauftragt, gemeinwesenbezogen[3]. Aktiv gehen sie auf ihr Gemeinwesen zu ("Geh-Struktur"). Ihre Bezüge zu den den Verbänden nahe stehenden Milieus sind jedoch gering ausgeprägt.
4. Beide Akteure sind zusammen nur gering gemeinwesenwirksam, da sie getrennt handeln. Wohlfahrtsverbandsdienste finden kaum eine Ergänzung durch das Freiwilligenengagement der Milieus. Die Milieus können nicht von professioneller Wohlfahrtsverbandsarbeit profitieren.
5. Wohlfahrtsverbandsdienste laufen in Gefahr, sich durch ihren Abstand von den Eigenmilieus zu *entfremden*, ihr satzungsgemäß zumeist mit den Milieus verknüpftes Profil zu verlieren.
6. Engagiertenmilieus sind dagegen in der Gefahr, sich nur um sich selbst zu drehen und abzuschotten und insofern *gemeinwesendistanziert* zu werden.
7. Beide Akteure, Engagiertenmilieus und Wohlfahrtsverbandsdienste, arbeiten nur wenig an der Verbesserung ihrer Beziehungen zueinander. Allenfalls denken sie - jeweils für sich - in Ansätzen über neue Gemeinwesenbezüge nach.

Fasst man diese Befunde zusammen, so kann das Verhältnis von Wohlfahrtsverbandsdiensten und den traditionellen Eigenmilieus in den östlichen Bundesländern als *Distanzierte Nähe* bezeichnet werden.
Das bedeutet, dass milieu- und mitgliederoptimistischen Verlautbarungen des Diakonischen Werkes und der Volkssolidarität (Steinäcker 2006, Ferk 2005,



Angerhausen 2003) mit Skepsis zu begegnen ist. Zimmer (2005) muss widersprochen werden, sieht sie doch die Arbeiterwohlfahrt unter anderem deshalb "auf Zukunftskurs", weil sie über ein starkes Mitglieder- und Milieupotenzial verfügt. Ebenso wenig ist Nickels (2000) oder Lütz (2001) zuzustimmen, die meinen, dass Caritas in Gemeinwesen durch Kirchgemeindeaktivitäten stark unterstützt wird, die katholische Kirche in dieser Hinsicht ein "Riese" sei. Im Einzelnen, jedoch nur im Einzelnen mag das zutreffen.

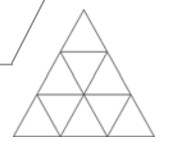
Distanzierte Nähe, wie sie hier als vorrangiges Beziehungsmuster behauptet wird, hat vorrangig mit der Personalauswahl zu tun:
- Dort, wo die Milieus ihnen fremde, distanzierte Personen für Wohlfahrtsverbandsdienste einstellen, entstehen kaum Kooperationsformen zwischen den Diensten und Milieus. Die Milieus werden nicht in Richtung Gemeinwesen orientiert (was nicht bedeutet, dass die Dienste - für sich genommen - keine gute Gemeinwesenarbeit leisten).
- Wo jedoch - diesem ersten Befund genau entgegengesetzt - traditionelle Milieus für Wohlfahrtsverbandsdienste ausschließlich "ihre" Leute nehmen, kommt es durch die SozialarbeiterInnen eher zu weiterer Milieuschließung als zu verbesserten Gemeinwesenbezügen.
- Günstig erweist es sich, wenn traditionelle Milieus milieunahe SozialarbeiterInnen - der Caritasverband bspw. evangelische, die Arbeiterwohlfahrt auch Linksparteiaffine Mitarbeiter - beauftragen, für sich und das Gemeinwesen aktiv zu werden. Ihnen gelingt - so ein weiteres Ergebnis der Untersuchung "Sozialraum-Gemeinde-Caritas" - Milieukooperation und Gemeinwesenarbeit am ehesten.

Sieht man es aus Sicht der Wohlfahrtsverbände, so zeigen sich drei Typen Sozialer Arbeit - ein sehr milieudistanzierter, ein milieuverfangener und ein milieuaktivierender:
- A-Typus Sozialer Arbeit: Wo Wohlfahrtsverbände milieufremdes, milieudistanziertes Personal einstellen, ist wenig Aktivierung der eigenen Milieus zu erwarten.
- B-Typus (Gegentyp): Der Rückgriff auf milieueigenes Personal, das zumeist milieuverfangen ist, führt ebenso wenig zu neuen Akzenten der Milieus im Gemeinwesen.
- C-Typus Sozialer Arbeit: Gelingende Gemeinwesenarbeit durch Aktivierung von traditionellen Milieus können Wohlfahrtsverbände nur von milieunahen milieuinteressierten SozialarbeiterInnen erwarten.

Es gibt also einen Typus Sozialer Arbeit, der nur wenig mit Milieus kooperiert und diese nicht für ihr Gemeinwesen öffnet (A-Typus, siehe Bild). Ein zweiter zeichnet sich durch so hohe Milieuzusammenarbeit, ja geradezu Milieuarbeit aus, dass ihm Gemeinwesenbezüge wenig gelingen (Typ B). Ein dritter kooperiert interessiert und synergiebezogen mit den Milieus und arbeitet gemeinwesenbezogen (C-Typus):

Typen Sozialer Arbeit	Milieukooperation	Gemeinwesenbezug der Milieus aufgrund sozialarbeiterischer Intervention	Kategorisierung
A	gering	gering	„milieudistanziert“
B	hoch	gering	„milieuverfangen“
C	mittel	mittel	„milieuaktivierend“

SozialarbeiterInnen des milieudistanzierten Typus Sozialer Arbeit kooperieren "*nur sporadisch*" mit ihren Milieus, weil eine solche Zusammenarbeit bei ihnen "*nicht im Vordergrund*" steht, wird in den von uns geführten Interviews gesagt. Sie finden ihre Arbeit



"*nicht sonderlich*" milieunah. Soziale Arbeit ist für sie "*nicht wirklich*" Milieuarbeit, sondern eher "*Gemeinwesenarbeit außerhalb*" der Milieus. Es spielt für SozialarbeiterInnen des A-Typus "*keine Rolle, dass Soziale Arbeit einen Milieuhintergrund hat*". Milieuverantwortliche empfinden solcherart SozialarbeiterInnen als "*sehr lieb*". Allerdings, so sagen sie, "*kommen*" sie "*nicht zu uns*" - in die Gruppen der Eigenmilieus.

Die SozialarbeiterInnen des milieuverfangenen Typus sind stetig und vielfältig in ihren und für ihre Milieus unterwegs. Sie sehen Milieumitglieder als vorrangiges Klientel an, denen ihre Aufmerksamkeit gilt. Die Überwindung eines inneren "*Konkurrenzdenkens*" der Milieus liegt ihnen bspw. sehr am Herzen. "*Wir treffen uns ständig*", sagen die Milieuverantwortlichen, mit denen SozialarbeiterInnen des Typus B kooperieren, "*um zu hören, was anliegt*".

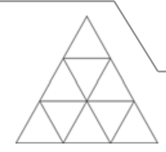
Den SozialarbeiterInnenn des milieuaktivierenden Typus ist die Kooperation mit den Milieus "*eine Selbstverständlichkeit*". Sie "*suchen den Kontakt*", trotzdem es auch ihnen "*sehr schwer*" fällt, ihre Milieumitglieder "*hinter dem Ofen vorzulocken*". Dort, "*wo es passt*", kooperieren Milieuverantwortliche und SozialarbeiterInnen des Typus C miteinander, kommt es zu Vernetzungen. Es ist allerdings "*nicht zwingend*", dass die SozialarbeiterInnen zu den Eigenmilieus gehören, so die Milieuverantwortlichen. Sie halten aktives Aufeinanderzugehen für eine wichtige Komponente ihrer Arbeit.

Letzterer Typus ist selten. Zumeist vermelden ostdeutsche Milieuverantwortliche, dass ihre Milieus mit Gemeinwesenbezügen "*überfordert*" sind, weil viele Mitglieder "*noch ein bisschen vom Sozialismus geprägt*" sind. Sie engagieren sich eher für die "*Beheimatung*" ihrer Mitglieder als für Außenstehende, sehen die "*innere Mission*" als bedeutender an als "*ausstrahlende*" Soziale Arbeit. Milieumitglieder müssen sowohl für milieuinterne Aufgaben als auch für freiwillige Mitarbeit an Projekten Sozialer Arbeit stets "*angesprochen werden*". "*Von allein kommt da nichts*", sagen SozialarbeiterInnen und Milieuverantwortliche. Viele Gruppen sind "*in sich sehr abgeschlossen*", "*durchbrechen nur selten ihre Grenzen*".

Es bräuchte in Ostdeutschland mehr milieuaktivierender Sozialer Arbeit des Typus C. Eine wirtschaftlich prekäre Situation, wenig Arbeit, knappe staatliche Ressourcen, viel gesellschaftlicher Ausschluss, spezifische Mentalitäten eine geringe "Mitmachbereitschaft" (vgl. Enquetekommission 2002, Roth 2001) und Wohlfahrtsverbandsaktivitäten, die keine ausreichenden "Rückhalt" in der Bevölkerung haben - all das müsste Grund genug sein, aktiv zu werden und Anstrengungen in Richtung eines neuen Wohlfahrtsmix' zu unternehmen (wie er bspw. in den nordischen Wohlfahrtsstaaten probiert und diskutiert wird (vgl. Matthies 2006)). Ein solcher Mix bedarf der Wahrnehmung der Unterschiedlichkeiten von Wohlfahrtsverbandsdiensten und Engagiertenmilieus, von professioneller Arbeit und Freiwilligentätigkeit - und erster Schritte aufeinander zu.

Sollen Schritte des Miteinanders gelingen, sind vielfältige Aktivitäten und neue "Grundhaltungen" nötig. Nur einige wenige seien hier genannt:

1. Für Wohlfahrtsverbandsdienste und traditionelle Eigenmilieus ist es notwendig, eine politische Haltung zum Gemeinwesen zu gewinnen, in dem sie sich betätigen. In den Menschen, die in den Milieus und auf Seiten der Dienste freiwillig bzw. beruflich engagiert sind, gilt es, das Interesse für und die Fähigkeiten zu politischer Beteiligung im

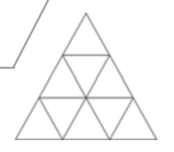


Gemeinwesen zu entwickeln (denn auch nicht für jeden Sozialarbeiter/jede Sozialarbeiterin ist dies eine Selbstverständlichkeit).
2. Um die deutlich zu erkennenden Gräben zwischen verbandlicher Sozialer Arbeit und dem Engagement von Milieus zu überwinden, bedarf es der wechselseitigen Anerkennung und des regelmäßigen gegenseitigen aktiven Einfühlens. SozialarbeiterInnen und freiwillig sozial Engagierte müssen immer wieder an einen Tisch kommen, Brücken bauen.
3. Dass die Mitglieder von Milieus unter sich bleiben, wenn dies nicht angegangen wird, ist wahrscheinlich. Geschlossenheit mag wichtig sein, gelingt es den Mitgliedern nicht anders, als die eigene Identität durch Abgrenzung von anderen zu konstituieren. Sie behindert jedoch, wird eine "gemeinwesen- bzw. sozialräumliche Wende nach draußen" angestrebt. Sollen Gemeinwesenzuwendungen Wirklichkeit werden, ist an *offenen* Vereinslokalen und -häusern und Kirchgemeindezentren und nicht an weiteren geschlossenen Veranstaltungen zu arbeiten.
4. Finden Wohlfahrtsverbandsdienste und Milieus nicht zueinander, gehen weiterhin viele SozialarbeiterInnen zwar in ihren Diensten auf, entfremden sich jedoch von ihren Milieus. Erst durch *Aufeinanderzugehen* und wechselseitige Anerkennung kommt es in den Diensten zu eigenständiger Fachlichkeit und Milieubezug, "Mitmenschlichkeit und Wirtschaftlichkeit"; wird aus Milieuzugehörigkeit ein "Mehrwert" des Gemeinwohls (so bspw. Baumgartner 2004: 64f). Erst dadurch kommt es zu gegenseitiger, subsidiärer Förderung und gemeinsamer Entwicklung.
5. Zukunftsdiskussionen, wie sie in den Verbänden derzeit im Gange sind, können dazu führen, neben der Versäulung als Mitgliederorganisationen, Interessenvertretungen und Sozialdienstleister (vgl. Steinäcker 2006: 13, Zimmer 2005: 4) *Gemeinwesenakteur* zu werden. Es gilt, Antworten auf die Frage zu finden, was Milieus eigentlich für ihr Gemeinwesen "wert" sind.
6. Der Entfremdung der Dienste ist nur entgegenzusteuern, wenn das Personal (in Arbeitsplatzumschreibungen, Aufgabenbereiche) beauftragt wird, auf die Eigenmilieus zuzugehen und *Milieuaktivierung* für das Gemeinwesen als Aufgabe zu verwirklichen.

Ein Weg der kleinen Schritte (regelmäßiger Austausch, gegenseitige Information, eine Kultur der wechselseitigen Aufmerksamkeit und Anerkennung) scheint am aussichtsreichsten, wenn man sich insgesamt (noch) miteinander schwer tut und das Gemeinwesen weit, weit weg erscheint.

Literatur

[1] Albrecht, P.-G. (2004): Bürgerschaftlich Engagierte... und die anderen in der sozialen Arbeit. In: Matthies, A.-L., Kauer, K. (Hg.): Wiege des sozialen Kapitals. Bürger-Engagement und lokale Ökonomie in einem ostdeutschen Stadtteil. Bielefeld, Kleine Verlag. S.162-174.
[2] Albrecht, P.-G. (2006): Distanzierte Nähe: Caritas-Sozialarbeit, Kirchgemeinden und Gemeinwesen in Ostdeutschland. Opladen, VS-Verlag.
[3] Angerhausen, S. (2003): Radikaler Organisationswandel: Wie die Volkssolidarität die deutsche Vereinigung überlebte. Opladen, Leske + Budrich.
[4] Baumgartner, I. (2004): Seelsorge als ein Markenzeichen der Caritas. In: Deutscher Caritasverband (Hg.): neue caritas '04. Freiburg i.Br. S.62-68.
[5] Bundesministerium für Familien, Senioren, Frauen und Jugend (2005): "Zukunft der Familie - Gesellschaftlicher Wandel und sozialer Zusammenhalt" - Siebter Familienbericht. Berlin/ Bonn.



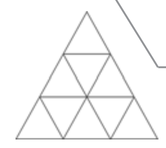
[6] Bundesministerium für Familien, Senioren, Frauen und Jugend (2006): "Potenziale des Alters in Wirtschaft und Gesellschaft - Der Beitrag älterer Menschen zum Zusammenhalt der Generationen" - Fünfter Altenbericht. Berlin/ Bonn.
[7] Enquetekommission des Deutschen Bundestags "Zukunft des Bürgerschaftlichen Engagements" (2002): Bürgerschaftliches Engagement: auf dem Weg in eine zukunftsfähige Bürgergesellschaft. Bericht. Opladen, Leske + Budrich.
[8] Ferk, C. (2005): Caritas und Diakonie in Deutschland. Aschaffenburg, Alibri-Verlag.
[9] Klug, W. (1997): Wohlfahrtsverbände zwischen Markt, Staat und Selbsthilfe. Freiburg i.Br., Lambertus.
[10] Knust, W. (2000): Stadtteilorientierte Sozialarbeit macht Bürger stark. In: Deutscher Caritasverband (Hg.): neue caritas '00. Freiburg i.Br. S.61-68.
[11] Lütz, M. (2001): Der blockierte Riese: Psycho-Analyse der katholischen Kirche. München, Droemer.
[12] Matthies, A.-L. (Hg., 2006): Nordic civic society organisations and the future of welfare services: A model for europe? Copenhagen, Nordic Council of Ministers.
[13] Nickels, S. (2000): Kirchgemeinde nimmt die Herausforderung des Sozialraumes an. In: Deutscher Caritasverband (Hg.): neue caritas '03. Freiburg i.Br. S.175-180.
[14] Olk, T. u.a. (1998): Überholen ohne einzuholen: Freie Wohlfahrtspflege in Ostdeutschland. Opladen, Westdeutscher Verlag.
[15] Roth, R. (2001): Besonderheiten des bürgerschaftlichen Engagements in den neuen Bundesländern. In: Aus Politik und Zeitgeschichte. B 39-40, S.15-22.
[16] Steinäcker, B. (2006): Ein Verband mit Geschichte und Zukunft. Die Volkssolidarität. In: Sozialwirtschaft. Bd. 16, 2006, 2, S.13-15
[17] Zimmer, A. (2005): Die Arbeiterwohlfahrt: eine Organisation auf Zukunftskurs. In: Theorie und Praxis der sozialen Arbeit. 2005,1, S.4-15.

---

[1] Der Begriff Milieu wird hier anders als in den so genannten Sinus-Milieu-Studien, aber auch anders als in einfachen Schichtmodellen verwendet. Er bezieht sich nicht auf Habitus und Alltagsgestaltung (Sinus-Milieus) bzw. Einkommensunterschiede (Schichtmodell), sondern auf Zugehörigkeiten und (politische) Präferenzen der Menschen.

[2] Im Rahmen des Forschungsprojektes "Sozialraum-Gemeinde-Caritas" (Projektleiterin Frau Prof. Dr. Aila-Leena Matthies, Hochschule Mageburg-Stendal) kamen leitfadengestützt dreißig Caritas-SozialarbeiterInnen, Kirchgemeindemitarbeiter und Gemeinwesen-Verantwortungsträger (Bürgermeister, Sozialdezernenten und Sozialausschussvorsitzende) an ausgewählten Orten zu Wort. Eine schriftliche Befragung von Caritas-Dienststellen und Gespräche mit Experten in Caritasverband und Kirche erhellten die strukturellen Hintergründe der lokalen Befunde. Caritas International (Freiburg i.Br.) finanzierte das Forschungsprojekt.

[3] Allerdings gehört Gemeinwesenorientierung nicht grundsätzlich zu allen Diensten von Wohlfahrtsverbänden. Medizinische Einrichtungen, Einrichtungen der Suchtkrankenhilfe und der Altenpflege kommen - manchmal entgegen langjähriger Forderungen - weiterhin ohne Gemeinwesenbezüge aus. Die offenen stadtteilbezogenen Formen Sozialer Arbeit in Seniorenbegegnungsstätten und Altenklubs sowie Kinder- und Jugendfreizeit-Einrichtungen sind jedoch davon geprägt.



C. Spindler

Einstellungen und Verhaltensweisen von Lehrerinnen und Lehrern gegenüber stotternden Schülerinnen und Schülern an allgemein bildenden Schulen

Claudia Spindler, Tel.: (0345) 521 0148, E-Mail: claudia.spindler@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg, Geusaer Straße 88, 06217 Merseburg

„Eine der bekanntesten und zugleich seltsamsten Sprachstörungen ist das Stottern: vielgestaltig, widerspruchsvoll, proteusartig in seinen Symptomen, seit Jahrhunderten schon Gegenstand der medizinischen Diskussion weist es eine Literatur auf, deren keine andere Sprachstörung auch nur im entferntesten sich rühmen kann. Philosophen, Ärzte, Laien haben darüber geschrieben, Stotternde selbst, die schließlich des Übels Herr wurden, oder auch sich damit abfinden mußten, haben ihre persönlichsten Erfahrungen veröffentlicht. Kaum eine einzige Heilmethode gibt es, die nicht für die Beseitigung dieses Fehlers als unbedingt segendbringend angepriesen worden wäre; psychische Heilverfahren mit mystischen Einwirkungen, Medikamente aus sämtlichen Naturreichen, schwere, blutige, lebensgefährliche Operationen, mechanische Hülfsmittel, die gleichsam als Krücken für die hinkende Zunge dienen sollten“ (Hermann Gutzmann, 1912, 373).”

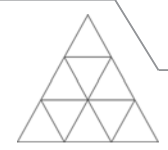
Das Zitat von Gutzmann (1912) fasst in prägnanter Weise zusammen, was über das Stottern und seine Erforschung zu sagen ist. Seine Aussage hat fast hundert Jahre später immer noch Gültigkeit. Die Dissertation von Gutzmann aus dem Jahr 1912 gilt bis heute als ein Basiswerk der wissenschaftlichen Betrachtung des Stotterns. Dabei kommt Gutzmann ein weiterer, besonderer Verdienst zu: er erweitert den Blickwinkel, der bis heute von medizinischtherapeutischen Fragestellungen dominierten Literatur zum Thema Stottern, um die Diskussion des pädagogischen Umgangs mit dieser Sprachbehinderung. Er verweist darauf, wie entscheidend die Erfahrungen in der Schulzeit für das stotternde Kind bezüglich seiner allgemeinen Persönlichkeitsentwicklung sein können. Dem entsprechend lagen die Bemühungen Gutzmanns auch auf einer spezifischen Ausbildung von Lehrern, der Bereitstellung pädagogischer Übungsprogramme für stotternde Schüler und der Eröffnung von Sprachheilkursen für diese Kinder. In der nachfolgenden Entwicklung kam es zu einem Auf- und Ausbau der Sprachheilschulen, deren höchsten Anteil die stotternden Schüler bis in die 70er Jahre des 20 Jh. bildeten. Im Zuge der Wandlung der Schülerschaft innerhalb der Sprachheilschulen und der beginnenden Integrationsbewegung verschwanden diese aus der Sonderschulform. Die meisten stotternden Kinder werden in allgemein bildenden Regelschulen unterrichtet, ohne dass ihre spezifischen Bedürfnisse in Form eines sonderpädagogischen Förderbedarfs berücksichtigt werden (Benecken & Spindler, 2002). Es kann sogar davon ausgegangen werden, dass ca. 50 Prozent der stotternden Schüler mit ihrer Problematik in der Schule aufgrund der Unkenntnis der Lehrer und geschickter Vermeidungsstrategien unerkannt bleiben (Heite, 2000). Viele stotternde Menschen berichten, dass ihre Schulzeit schwierig gewesen sei. Besondere Problembereiche sind dabei das laute Sprechen oder Lesen, die Unkenntnis der Lehrer, die Bewertung mündlicher Leistungen und Hänseleien der Mitschüler. Stottern ist eine Behinderung, die von außen als wenig dramatisch oder schwerwiegend angesehen wird. Für den Betroffenen birgt sie aufgrund der Einschrän-

kung der wichtigen Kommunikationsfähigkeit und einer enormen Stigmatisierungsgefahr jedoch ein hohes Risiko für die persönliche, schulische und spätere berufliche Entwicklung (Benecken & Spindler, 2002).

Einstellungen und Handlungsleitende Kognitionen von Lehrerinnen und Lehrern

Im Zentrum des hier vorgestellten Vorhabens steht eine Untersuchung, die die Einstellungen und das Wissen von Lehrerinnen und Lehrern zum Stottern in Beziehung zu möglichen Handlungskognitionen und –intentionen im Umgang mit stotternden Schülerinnen und Schülern setzt. Lehrer können auf die schulische Entwicklung stotternder Kinder entscheidenden Einfluss haben. Durch ihre Beurteilung und Benotung beeinflussen sie das Fähigkeitsselbstkonzept und die Schul- und Berufslaufbahn des betroffenen Schülers mit. Ihnen obliegt die Gestaltung von Unterrichtssituationen, wie Vorlesen oder Vortragen, die für stotternde Kinder problematisch sind. Sie haben auch die Möglichkeit in Mobbingsituationen einzugreifen und den sozialen Status von Kindern in der Klasse durch Unterstützung in kritischen Situationen und Aufklärung der Mitschüler über das Stottern zu verbessern. Die Bedeutung der positiven Unterstützung durch den Lehrer wird aus vielen autobiographischen Berichten stotternder Erwachsener deutlich (z.B. Suhrweier, 1962; Weikert, 1996). Nach intensiver Literaturrecherche konnten 50 Untersuchungen gefunden werden, die sich mit der Erfassung von Einstellungen gegenüber stotternden Personen beschäftigen. Der überwiegende Teil der Untersuchungen wurde in den USA durchgeführt. 15 bekannte Studien beziehen Lehrerinnen und Lehrer in die Stichprobe der zu ihren Einstellungen befragten Personen ein. Einige Untersuchungen, darunter zwei deutsche, ältere Untersuchungen (Knura, 1969; Keese, 1971), beschäftigen sich ausschließlich mit den Einstellungen von Lehrerinnen und Lehrern.

Nur wenige vorliegende Untersuchungen gehen über die Erfassung der Einstellungen hinaus. Die Auswirkungen der Einstellungen auf die Verhaltensplanung oder das tatsächliche Verhalten des Lehrers gegenüber dem stotternden Schüler werden nicht thematisiert. Der Einfluss von Einstellungen auf das tatsächliche Verhalten ist eine zentrale Frage der sozialpsychologischen Einstellungsforschung. Von einem direkten und konsistenten Zusammenhang kann jedoch nicht ausgegangen werden. Verhalten gegenüber einem Einstellungsobjekt findet in einer Vielzahl verschiedener Situationen statt. Neben situativen Einflussfaktoren konnten mittlerweile eine Reihe weiterer Variablen gefunden werden, die die Beziehung von Einstellungen zum Verhalten determinieren. In mehreren Theoriemodellen zur Einstellungs – Verhaltens – Relation wird davon ausgegangen, dass Einstellungen zunächst erst einmal auf Handlungsintentionen Einfluss haben (Ajzen & Fishbein 2005; Eagly & Chaiken 1993). Verbunden mit den Handlungsintentionen sind eine Reihe handlungsbezogener Kognitionen. Dann (1983, 1992) fasst situationsspezifische, handlungs- und objektbezogene, Kognitionen von Lehrern im pädagogischen Kontext unter dem Begriff „Subjektive Theorien" bzw. „Professionelle Theorien" zusammen. Danns Ansatz integriert eine Forschungsmethode anwendungsbezogener Erfassung von Handlungskognitionen mittels Videoaufzeichnungen, qualitativem Interview und anschließender Strukturierung mittels einer Strukturlegetechnik. Dieser Ansatz konnte für die Untersuchung der Handlungsintentionen von Lehrern gegenüber stotternden Schülern modifiziert werden. Problematischer stellte sich die Entwicklung



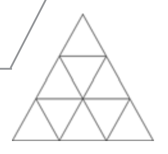
eines Instrumentariums zur Erfassung von Einstellungen gegenüber dem Stottern dar. Die Entwicklung eines solchen Forschungsinstruments soll im Mittelpunkt der nachfolgenden Ausführungen stehen.

Methoden der Einstellungserfassung gegenüber stotternden Menschen

Einstellungen von Personen lassen sich nicht direkt beobachten. Einstellungen sind relativ zeitstabile, internale Tendenzen der Bewertung von Objekten, die eine entsprechende Verhaltensbereitschaft gegenüber dem Einstellungsgegenstand auslösen (Eagly & Chaiken, 1993). Zum Einstellungskonstrukt liegen mehrere Theoriemodelle unterschiedlicher Art vor, die die Struktur und die Form dieser inneren Repräsentation versuchen näher zu bestimmen. Die Methoden der Einstellungserhebung sind weniger theoriegebunden als dies bei anderen Konstrukten, z.B. Intelligenz der Fall ist. Grundsätzlich unterteilen sich die Methoden in implizite und direkte Verfahren. Für die Untersuchung der Einstellung von Lehrern gegenüber stotternden Schülern sollte eine Methode gefunden werden, die erlaubt kognitive Überzeugungen und Wissen zum Stottern zu erfassen, aber auch affektive Elemente und situationsübergreifende Verhaltensintentionen mit einbezieht. Grundlegend für die Überlegungen ist dabei das Drei-Komponenten-Modell der Einstellung von Rosenberg & Hovland (1963). Da es ein weiteres Anliegen der Untersuchung ist, die erfassten Einstellungen in Beziehung zu situationsgebundenen Verhaltensintentionen von Lehrern im Umgang mit stotternden Schülern (subjektive Theorien) zu setzen, konnten alle Varianten der Verhaltensbeobachtung als Verfahren der Einstellungserfassung ausgeschlossen werden. Aus den vorliegenden Untersuchungen zu den Einstellungen gegenüber dem Stottern kristallisierten sich drei genutzte Erhebungsverfahren heraus:

1.) Die Methode des Semantischen Differentials nach Osgood, Suci & Tannenbaum (1957) bei Woods & Williams (1976) und Ragsdale & Asby (1982), nach Ertel (1965) bei Knura (1969) und nach Hofstätter bei Keese (1971).
2.) Die Konstruktion verschiedener Einstellungsskalen (Ammons & Johnson, 1944, Phillips, 1976; Crowe & Walton, 1981; Yeakle & Cooper, 1986);
3.) Die des Methode des freien Abrufs (Yairi & Williams, 1970, Ehrlick & Rinehardt, 1965).

Sowohl das Semantische Differential als auch die Methode des freien Abrufs konzentrieren sich auf die Erhebung von Stereotypen, d.h. es werden die Überzeugungen der Versuchspersonen darüber erfasst, welche Persönlichkeitseigenschaften eine stotternde Person ihrer Meinung nach hat. Das Ziel beider Verfahren ist die Erhebung des Stottererstereotyps und richtet auf die Bestimmung kognitiver Zustände. Bei den vorliegenden Untersuchungen mittels Ratingsskalen wurden keine testtheoretische Überprüfung durchgeführt. Die Ratingsskalen zur Einstellungserhebung wurden von den jeweiligen Autoren nach einfachen Verfahren konstruiert. Einzig die Iowa Scale of Attitude toward Stuttering von Ammons & Johnson (1944) wurde analysiert, doch diese richtete sich nicht an Lehrer und ist hinsichtlich ihrer Aussagen zeitlich überholt. Heite (2000) verweist auf Bemühungen der Konstruktion einer International Scale of Attitudes toward Stuttering. Das Projekt der Konstruktion dieser Skala ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Die Verwendung der Skalen hätte außerdem eine Übersetzung und Überprüfung der Items in die deutsche Sprache nach sich gezogen (Prof. St. Louis per E-Mail).[1] Aus den vorliegenden Untersuchungen konnte kein geeignetes Instrumentarium entlehnt werden.



Die Möglichkeit der Konstruktion einer eigenen Einstellungsskala

Nach Durchsicht der Literatur nach verschiedenen Methoden der Einstellungsmessung bot sich zunächst lediglich die Konstruktion einer Einstellungsskala nach der Likertmethode an. Likert (1932) stellte eine Methode der Skalenkonstruktion vor, die als ein Standardverfahren zur Erstellung eines Einstellungsinventars verwandt wird. Die Methode ist allerdings sehr aufwendig. Aus einem großen Itempool (ca. 100 Items) werden anhand testtheoretischer Kriterien (Itemschärfe, Trennschärfe) wenige Items für die endgültige Einstellungsskala ausgewählt, ambivalente und nichtdiskriminierende Items werden dagegen entfernt. Weiterhin wird die Reliabilität und die Validität dieser Skalen überprüft. Die Analyse und Überprüfung setzt jedoch voraus, dass eine große Anzahl von Versuchspersonen alle Items des Pools beantwortet.[2] Für den Zweck der Untersuchung wäre es also notwendig gewesen, eine große Stichprobe von Lehrerinnen und Lehrer mittels eines Fragebogens von 100 Items zu ihren Einstellungen zum Stottern zu befragen, um eine qualitativ hochwertige Skala zu erhalten. Dieser Aufwand wäre jedoch im Rahmen eines Dissertationsvorhabens mit breiterer Themenstellung nicht zu bewältigen gewesen.

Die Q-Methode

Antonak & Liveh (1988) erwähnen in ihrer Vorstellung von Methoden der Einstellungserfassung gegenüber behinderten Menschen die Q-Methode, welche auf William Stephenson (1953) zurückgeht. Während die Methode in der deutschsprachigen Literatur zur Sozialforschung kaum erwähnt wird, erfreut sie sich im angloamerikanischen Raum zunehmender Beliebtheit (Müller & Kals, 2004). Im Gegensatz zur traditionellen, psychologischen, quantitativ-orientierten Einstellungsmessung, ist die Q-Methode ein Ansatz, der zwischen dem qualitativen und quantitativen Paradigma der Sozialforschung angesiedelt ist. Sie bietet somit einen Zugang zu den subjektiven Sichtweisen der untersuchten Individuen. Bekannteste Variante der Methode ist die Q-Sort-Technik. Auf Kärtchen geschriebene Items werden anhand einer Zustimmungs-Ablehnungs-Skala von der Versuchsperson angeordnet. Es wird mit 20 bis 150 Karten gearbeitet. Die gelegten Muster werden auf Ähnlichkeit bzw. Verschiedenheit hin verglichen. Es kommt zu einer Typenbildung anhand der unterschiedlichen Einstellungsstrukturen. Im Gegensatz zu den traditionellen Messverfahren wird der Versuchsperson keine Zahl als Einstellungswert zugeordnet, sondern die Person wird anhand ihrer Einstellung anderen Personen aufgrund der Ähnlichkeit der Muster zugeordnet (oder im entgegengesetzten Fall – von ihnen unterschieden) (Müller & Kals, 2004). Eine aufwendige Voruntersuchung ist bei dieser Methode nicht notwendig. "Because of ispirative nature of the data, the assumption of independence required of classical statistical analyses is not tenable" (Antonak & Liveh, 1988, 34). Somit stelllt dieser Ansatz eine geeignete Variante der Einstellungserfassung für das vorliegende Vorhaben dar.

Der erste Schritt der Erstellung des Instrumentariums zur Erfassung von Einstellungen gegenüber stotternden Schülern war die Sammlung der Items. Bei der Q-Methode werden drei Arten von Samples unterschieden (Müller & Kals, 2004):

1.) Standardisierte Q-Sample, die auf standardisierten Testververfahren basieren;

2.) Ready-Made-Sample, die anderen empirischen Erhebungen entnommen werden;

3.) Naturalistic Sample, die aus den konkreten Alltagserfahrungen der Befragten und sekundären Quellen (Dokumenten, Befragungen, Medien) entlehnt werden.

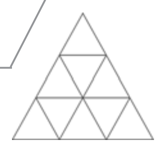
Bei der Q-Methode können die Sample-Versionen auch gemischt werden (Prof. McKeown per E-Mail). Aufgrund einer Reihe eigener Untersuchungsergebnisse zum Themengebiet „Stottern und Schule" und der durchgeführten Literaturrecherche hinsichtlich anderer Untersuchungen fiel die Entscheidung auf die Entwicklung eines gemischten Samples.

Die Items wurden aus folgenden Quellen zusammengetragen:
1.) Die umfangreiche, wissenschaftliche Literatur zum Stottern (z.B. Bloodstein, 1997; Natke, 2003).
2.) Untersuchungen zu Einstellungen gegenüber stotternden Menschen (z.B. Crowe & Walton, 1981; Clauson & Kopatic, 1975; Emerick, 1960; Keese, 1971, 1972; Knura, 1969; Loyd & Ainsworth, 1974, Phillips, 1976; Yeakle & Cooper, 1986) darunter auch zwei Befragungen von Passanten, von denen die Erste 2003 im Projektseminar „Stottern und Schule" und die Zweite 2005 im Modul 1.1 des Bachelorstudienganges Soziale Arbeit von Studierenden der Hochschule Merseburg (FH) durchgeführt wurde.
3.) Erfahrungsberichte und biographische Untersuchungen zum Stottern in der Schulzeit (z.B. Suhrweier, 1962; Weikert, 1996).
4.) Ratgeberliteratur und Publikationen, in denen Ratschläge für Lehrer im Umgang mit Stottern gegeben werden (z.B. Schindler, 2001; Lattermann & Neumann, 2005).
5.) Fernsehberichte und Videos über das Stottern (z.B. ZDF-Reportage 37. „Endlich ein Wort" von Pollatschek (2006), BVSS-Video „Mein Schüler stottert" von Kofort & Dutzmann, 1993/ 94).
6.) Untersuchungen zur Darstellung stotternder Menschen in den Medien (z.B. Benecken, 1993).
7.) Berichte stotternder Schüler und stotternder Erwachsener im Internetforum der BVSS und der Infobustour „Stottern und Schule".
8.) Eine Fragebogenuntersuchung von erwachsenen stotternden Erwachsenen und von stotternden Schülern über Erfahrungen mit Mobbing in der Schule, die 2001/ 2002 an der Hochschule Merseburg (FH) durchgeführt wurde (Benecken & Spindler, 2002).
9.) Eine unveröffentlichte Interview- und Fragebogenuntersuchung stotternder Schüler und deren Eltern, die 2003 an der Hochschule Merseburg (FH) durchgeführt wurde.
10.) Unveröffentlichte Experteninterviews mit Fachleuten und Lehrern, die im Rahmen zweier Workshops 2005 und 2006 von Studierenden des Studienganges Soziale Arbeit durchgeführt und ausgewertet wurden.
11.) Eine Fragebogenuntersuchung von Lehrerinnen und Lehrern im südlichen Sachsen-Anhalt, welche im Sommer 2005 von der Hochschule Merseburg (FH) durchgeführt wurde (unveröffentlicht).

Anhand dieser Quellen entstand ein Sample mit 140 Items. Bei der Zusammenstellung eines Q-Samples ist eine Diskussion mit Experten vorgesehen. Aufgrund einer angestrebten hohen Qualität der Statements und der angestrebten Zeiteffizienz bei der endgültigen Untersuchung sollte die Anzahl der Items erheblich reduziert werden (auf ca. 70 Aussagen, für deren Zuordnung dann nur noch 10 statt 20 Minuten bei der Durchführung des Einstellungstests mit den Lehrern notwendig wären).

Deshalb wurden die 140 Aussagen den Studierenden der Projektgruppe „Stottern und Schule", sowie der Expertengruppe des Vereins „Pro Voce e.V." vorgelegt bzw. per Mail zugeschickt. Gleichzeitig wurden beide Gruppen gebeten, den Einstellungstest auszuprobieren. Ebenfalls um die Durchführung des Tests wurde eine Gruppe Sozialpädagogen gebeten, die sich noch nicht eingehender mit dem Thema Stottern beschäftigt hatte. Mittels dieser Voruntersuchung wurden:

- Items, die in ihrer Aussage oder Formulierung ambivalent waren, ausgeschlossen oder umformuliert.
- Items, deren Aussagen von der Mehrzahl der Teilnehmer stark negativ, neutral oder positiv bewertet wurden und/ oder keine Differenzierung zwischen den Laien und Experten aufzeigten, ausgeschlossen.



• aus Gruppen von Items, die einen inhaltlichen Aspekt in verschiedenen Formulierungen repräsentierten oder zu Kontrollzwecken mit entgegengesetzten Aussagen versehen waren, Items entsprechend ihrer Qualität und Differenzierungsfähigkeit ausgewählt.

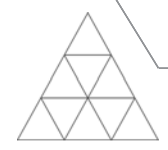
Weiterhin wurde geprüft, ob die beiden Varianten des Tests (Internetvariante und Legetechnik) hinsichtlich ihrer Ergebnisse unterscheiden. Die Reliabilität des Verfahrens wurde geprüft, indem einige Versuchspersonen den Test zu verschiedenen Zeitpunkten durchführten. Mittels dieser Analyse konnte das endgültige Instrumentarium gewonnen werden.

Handlungsbezogene Kognitionen und Ausblick auf die anstehende Untersuchung

Für die Untersuchung der handlungsbezogenen Kognitionen wurden auf der Grundlage von Literatur, persönlichen Berichten und Internetquellen über schulische Erfahrungen stotternder Schülerinnen und Schüler mehrere Szenen konstruiert. Diese wurden von Studierenden im Rollenspiel nachgestellt und mit einer Kamera aufgenommen. Anhand der entstandenen Filmsequenzen sollen Lehrerinnen und Lehrer in einem Leitfadeninterview über ihre Gedanken, Gefühle und möglichen Entscheidungen in einer solchen Situation befragt werden. Nach Aufzeichnung und Transkription ist es anschließend möglich die Aussagen durch eine Struktur - Lege - Technik zu analysieren. Denk- und Handlungsstränge können so schematisiert und vergleichbar gemacht werden. Dabei kann hypothetisch davon ausgegangen werden, dass sich Lehrerinnen und Lehrer mit verschiedenen Einstellungsmustern in ihren handlungsbezogenen Überlegungen unterscheiden. Die geplante Untersuchung wird zur Zeit an der Hochschule Merseburg (FH) durchgeführt. Befragt werden Sekundarschullehrerinnen und Sekundarschullehrer, Sprachheillehrerinnen und Sprachheillehrer, Logopädinnen und Logopäden (mit Lehramtsausbildung), sowie Lehrerinnen und Lehrer, die selbst stottern oder in ihrer Kindheit und Jugend gestottert haben.

Literatur

[1] Ajzen, I. & Fishbein, M. (2005): The Influence of Attitudes on Behavior. In: Albarracin, D., Johnson, B. & Zanna, M.P, (Eds.): The Handbook of Attitudes. Mahwah, N.J.; London.
[2] Ammons,R. & Johnson, W. (1944): Studies in the Psychology of Stuttering. In: Journal of speech disorders, 39 – 49.
[3] Antonak, R.F. & Liveh, H. (1988): The Measurement of Attitudes toward People with Disabilities. Methods, Psychometrics and Scales. Springfield (Illinois/ USA): Charles Thomas Publisher.
[4] Benecken, J. (1993): Wenn die Grazie mißlingt. Das Bild stottender Menschen in den Medien. Regensburg: Roderer.
[5] Benecken, J. & Spindler, C. (2002): Mobbing und Stottern: Zur schulischen Situation stotternder Kinder. In: Forum Logopädie 6, 6-11.
[6] Bloodstein, O. (1997): The Handbook on Stuttering. San Diego: Singular Publishing Group.
[7] Clauson, G. M. & Kopatic, N. J. (1975): Teacher Attitudes and knowledge of remedial speech programs. In: Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 206 – 211.
[8] Crowe, T. A. & Walton, J.H. (1981): Teacher attitudes toward stuttering. In: Journal of fluency disorders, 6, 163 – 174.
[9] Dann, H.-D. (1992). Variation von Lege-Strukturen zur Wissensrepräsentation. In: Scheele, B. (Hrsg.), Struktur-Lege-Verfahren als Dialog-Konsens-Methodik. Ein Zwischenfazit zur Forschungsentwicklung bei der rekonstruktiven Erhebung Subjektiver Theorien. Münster, 2 – 41.
[10] Dann, H.-D. (1983): Subjektive Theorien: Irrweg oder Forschungsprogramm. Zwischenbilanz eines kognitiven Konstrukts. In: Montada, L., Reusser, K. & Steiner, G. (Hrsg.): Kognition und Handeln.

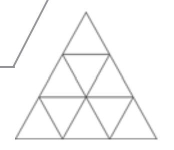


Stuttgart, 77 – 92.
[11] Eagly, A.E. & Chaiken, S. (1993): The Psychology of Attitudes. Belmont: Wadsworth.
[12] Emerick, L.L. (1960): Extensional definition an attitudes toward stuttering. In: Journal of speech and Hearing Research, 3, 181 – 186.
[13] Ehrlick, H.J. & Rinehardt, J.W. (1965): A brief report on the methodology of stereotype research. In: Social Forces, 564 – 575.
[14] Gutzmann, H.: Sprachheilkunde – Vorlesungen über die Störungen der Sprache mit besonderer Berücksichtigung der Therapie. Berlin.
[15] Heite, L.B. (2000): Iceland Teachers' Attitudes towards Stuttering and Classroom Desicion Making. www.mnsu.edu/comdis/ISAD3/papers/heite/heite3.html review 03. Juni 2006.
[16] Keese, A. (1971; 1972): Selbst- und Fremdbild des stotternden Kindes. In: Sonderpädagogik, 4, 165-169 und Sonderpädagogik 1, 14-21.
[17] Knura, G. (1969): Das Vorurteil gegenüber stotternden Kindern bei angehenden Kindergärtnerin-nen und Volksschullehrern. Dissertation. Köln.
[18] KofortKofort, M. & Dutzmann, F. (1993/94): Mein Schüler stottert. Ein Ratgeber für Lehrer. Ein Film der Bundesvereinigung Stotterer-Selbsthilfe e.V.
[19] Kreuz, A. (2002): Einstellungen gegenüber Menschen mit einer geistigen Behinderung. Analyse und Weiterentwicklung von Untersuchungsinstrumenten. Wien: WUV – Universitätsverlag.
[20] Lattermann, C. & Neumann, K. (2005): Stottende Schüler – ratlose Lehrer: Anregungen zur Unterrichtsgestaltung. In: PF:ue, 159 – 162.
[21] Likert, R. (1932) A Technique for the measurement of Attitudes. In: Archives of Psychology, 140. New York.
[22] Loyd, G. W & Ainsworth, S. (1954): The classroom teacher's activities and attitudes. In: Journal of speech and hearing disorders 19, 244 – 249.
[23] Müller, F.H.& Kals, E. (2004): Die Q-Methode. Ein innovatives Verfahren zur Erhebung subjektiver Einstellungen und Meinungen. In: Forum Qualitative Sozialforschung, Volume 5, No. 2, Art. 34 – Mai 2004. http://www.qualitative -research.net/fgs/
[24] Mummendey (1999): Die Fragebogen-Methode: Grundlagen und Anwendungen in Persönlichkeits-, Einstellungs- und Selbstkonzeptforschung. Bern (u.a.): Huber
[25] Natke, U. (2000): Stottern: Erkenntnisse, Theorien, Behandlungsmethoden. Bern (u.a.): Huber.
[26] Osgood, C.E., Suci, G.J. & Tannenbaum, P.H. (1957): The measurement of meaning. Urbana, Chicago and London: University of Illinios Press.
[27] Phillips, P.P. (1976): Variables Affecting Classroom Teachers' Understanding of Speech disorders. In: Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 142 – 149.
[28] Pollatschek, I. (2006): "Endlich ein Wort – Von Stottern und anderen Hindernissen." ZDF Reportage 37 Grad.
[29] Schindler, A. (2001): Stottern und Schule. Ein Ratgeber für Lehrerinnen und Leher. Köln: Demosthenes-Verlag.
[30] Stephenson, W. (1953): The study of behavior: Q-technique and its methodology. Chicago: University of Chicago Press.
[31] Suhrweier, H. (1962): Selbstbeobachtung jugendlicher und erwachsener Stotterer. In: Die Sonderschule. Berlin, S. 38 ff.
[32] Tröster, H. (1990): Einstellungen und Verhalten gegenüber Behinderten: Konzepte, Ergebnisse und Perspektiven sozialpsychologischer Forschung. Bern (u.a.): Huber.
[33] Weikert, K. (1996): Stottern – Belastung und Bewältigung im Lebenslauf. Demosthenes Verlag: Köln.
[34] Yeakle, M.K. & Cooper, E.B. (1986): Teachers Perception of Stuttering. In: Fluency Disorder, 11, 345 – 359.
[35] http://www.stottern-und-schule.de review 10. November 2005

---

[1] Eine solche Überetzung bedeutet ebenfalls hohen Aufwand, da eine Überprüfung der Skalen in anderssprachigen Vesion erfolgen muss. Die Erarbeitung der deutschen Fassung der „Attitude towad diabled person scales" der Orginalfassung von Yuker, Block & Campbell (1960); Yuker, Block & Young (1970) Yuker & Block (1986) bearbeitet wurde (nach Kreuz, 2002; Tröster, 1987).

[2] Die Anzahl der notwendigen Responenten wird in der Literatur zwischen 100 (Mummendey) und 400 (Antonak & Liveh, 1988). Kreuz (2002) gibt an, dass die Anzahl der Personen beim vierfachen der Itemzahl liegen sollte. Die Testpersonen sollten der Stichprobe der angestrebten Zielgruppe entsprechen.



J. Kretzschmar

Prozess- und Workflowmanagement im Krankenhaus: Entwicklung einer Workflowapplikation im klinischen Einsatz

Jan Kretzschmar, Tel.: 0179/ 9064563, E-Mail: Jan.Kretzschmar@fh-zwickau.de, Westsächsische Hochschule Zwickau (FH), Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Dr.-Friedrichs-Ring 2A, 08056 Zwickau

1. Ausgangssituation im Gesundheitswesen

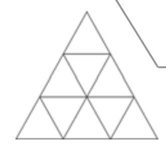
Vor dem Hintergrund der Umstellung der Krankenhausfinanzierung auf Festpreise für so genannte Diagnosis Related Groups (DRG) sehen sich zahlreiche Krankenhäuser mit einer neuen Herausforderung konfrontiert.
Bisher bestimmten die Kosten der Behandlung eines Patienten den Preis der entsprechenden Krankenhausleistung. Es galt der Grundsatz "Die Klinik heilt, die Verwaltung beschafft das Geld!". Mit der Einführung der DRG ist jedoch die Abschaffung des Kostendeckungsprinzips in Krankenhäusern nicht mehr nur in der Verwaltung, sondern direkt in den Klinken und somit beim Arzt, dem Pflegepersonal und nicht zuletzt beim Patienten angekommen. Künftig bestimmen die Preise, was eine Klinikleistung kosten darf! Darum ist jedes Krankenhaus gezwungen, nach Wegen zu suchen mit den unweigerlich knapper werdenden finanziellen Mitteln am Wachstumsmarkt Gesundheit zu bestehen und dabei eine hohe Qualität in der Patientenversorgung aufrecht zu erhalten. Die Einführung von Workflowmanagementsystemen für die Automatisierung von Prozessen im Krankenhaus und die Einführung von Klinischen Pfaden (Clinical Pathways) als schriftlich fixierte bestmögliche Behandlungsmethode für eine bestimmte Erkrankung zählen zu diesen neuartigen Ansätzen.

2. Geschäftsprozesse im Krankenhaus

Workflowmanagement und Klinische Pfade bedingen beide gleichermaßen die genaue Kenntnis der Geschäftsprozesse der Organisation, also des Krankenhauses. Im Moment ist die Krankenhauslandschaft aber noch immer stark von Unsicherheiten auf diesem Gebiet geprägt. Sehr oft hängt die reibungslose Organisation des "Alltagsgeschäfts" von wenigen langjährig Beschäftigten Ärzten oder Pflegern und deren Erfahrung und Kenntnis über die Abläufe in "ihrem" Krankenhaus ab. Dies führt zu einer Reihe von Nachteilen, wie zum Beispiel:

- geringes Wissen über die Kosten der Leistung Gesundheit
- die Relation zwischen Personal- und Sachmitteleinsatzes zum Ergebnis ist weitgehend intransparent
- die Prozessqualität einer Behandlungsleistung, besonders bei Abteilungsübergreifenden Prozessen ist zu wenig gesichert
- es besteht ein latentes Risiko für Missmanagement und Behandlungsfehler bzw. unnötigen (doppelten) Diagnose- und Behandlungsmaßnahmen
- oft fehlen Strategien zum Risiko- und Qualitätsmanagement

Im Hinblick auf die Gegebenheiten des Gesundheitsmarktes mit seiner steigenden Nachfrage (mehr Patienten und immer komplexere Heilverfahren) bei gleichzeitig stetiger Reduzierung von Ärzten, Pflegern, Krankenhausbetten sowie den zulässigen Fallkosten und der durchschnittlichen Verweildauer der Patienten, ist eine Verbesserung dieser Ist-Situation unabdingbar.

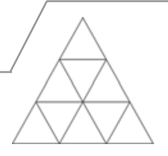


Ein erster Schritt hierzu ist die strukturierte Beschreibung der klinischen Ablauforganisation (Prozesse). Die Analyse des Ist-Zustandes im Krankenhaus fördert kostenträchtige Merkwürdigkeiten (Sachmittelverschwendung, Fehler im Personalbereich, ineffiziente Organisation des Behandlungsablaufes, mangelhafte Abstimmung zwischen einzelnen Fachabteilungen usw.) zu Tage. In diesem Fall ist der Ablauf so zu verändern (zu optimieren), das die bisherigen Fehler in der Zukunft vermieden werden. Das Ist- Modell zeigt aber auch auf, welche Abläufe in welcher Einheit der Organisation am Besten funktionieren. Diese "Best practice"- Methode kann unter Umständen auch in anderen Abteilungen des Krankenhauses übernommen werden.
Alle gesammelten Informationen fließen in die Modellierung des so genannten Soll-Modells ein. Es muss den ökonomischen Zielvorgaben der DRG, der Effizienz der Leistungsprozesse, der Qualitätssicherung sowie krankenhausspezifischen Gegebenheiten Rechnung tragen. Als Ergebnis einer fundierten Prozessoptimierung sind in ihm alle "Best practice"- Methoden enthalten. Das Soll-Modell stellt somit einen Ablauf der Krankenhausorganisation im Sinne bestmöglicher Ergebnisqualität bei minimalem Ressourceneinsatz dar.

3. Praxisbeispiel - Prozessmodellierung im Krankenhaus

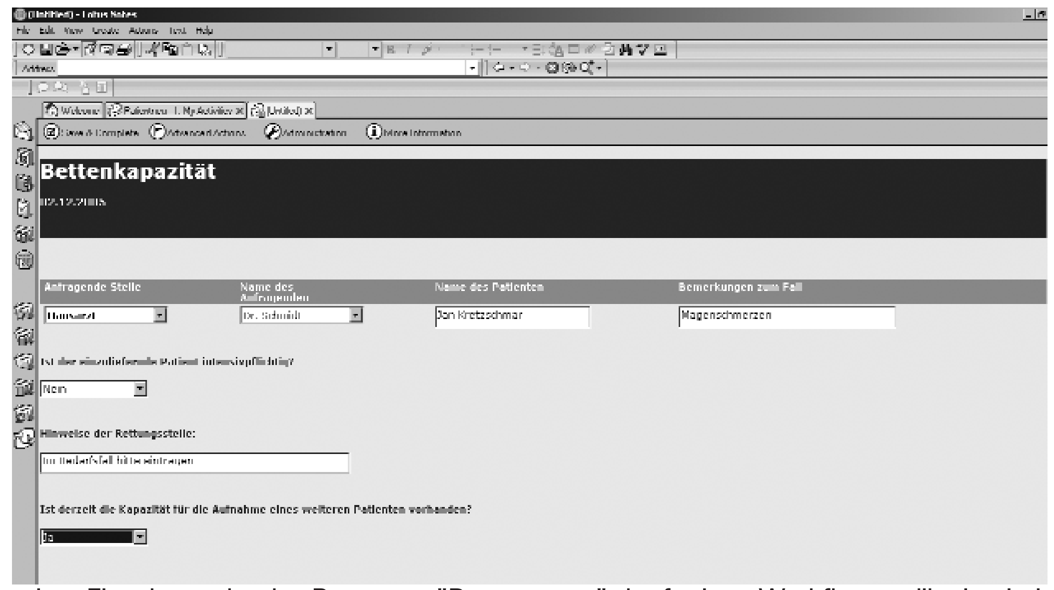
Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde für eine Klinik eines großen Krankenhauses in Sachsen der Prozess der Patientenbehandlung analysiert und optimiert.
Am Beginn der Analyse entstand auf Grundlage von Gesprächen mit dem Chefarzt der Klinik und dem Pflegepersonal sowie des Studiums gängiger Richtlinien und Anweisungen des Krankenhauses ein Ist-Modell. Dieses Modell dokumentierte den Ablauf der Patientenbehandlung von der Aufnahme bis zur Entlassung. Es spiegelte den Ablauf der Krankenhausvorgänge aus Sicht der Ärzte und Pfleger so wieder, wie er jahrelang ohne ausdrückliche Dokumentation praktiziert wurde.
Der zweite Schritt bestand in der Optimierung der Abläufe. Dabei stand die Sicherung eines reibungslosen sowie effizienten Patientendurchlaufes mit einer effizienten Kommunikation zwischen den verschiedenen Kliniken und Fachabteilungen des Krankenhauses im Mittelpunkt. Zu jeder Zeit war zu gewährleisten, dass der Erbringer einer Leistung am Patienten zur richtigen Zeit und am richtigen Ort über alle nötigen Informationen verfügt. Dadurch sollten zum Beispiel unnötige, da bereits durchgeführte Behandlungen oder Diagnosemaßnahmen vermieden werden. Außerdem sollten so der behandelnde Arzt sowie alle anderen am Pflegeprozess beteiligten Personen bei der Entscheidung für die jeweils beste Therapie- oder Diagnoseform unterstützt werden.
Der Gesamtablauf wurde verfeinert und in verschiedene Teilprozesse unterteilt. Für jeden Teilprozess wurden verbindliche Prozessziele ("Was soll mit dem jeweiligen Teilprozess erreicht werden?") definiert. Jeder Aktivität eines Teilprozesses wurden ein oder mehrere Verantwortliche zugewiesen und eventuell benötigte Dokumente erfasst. Bei der Optimierung der Prozesse und der Erstellung der Prozessziele wurde auf Übereinstimmung mit den Anforderungen der Joint Commission Association geachtet.
Die Teilprozesse gliedern sich wie folgt:

- Bettenstatus: Im ersten Teilprozess wird geprüft, ob in der Klinik ein Bett für den Patienten frei ist oder nicht. Falls kein Bett vorhanden ist, werden je nach Dringlichkeit des Falles Aufnahmealternativen gesucht.

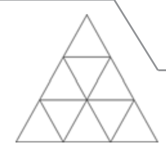


- Patientenaufnahme: Neben der Empfangnahme des Patienten, der Anamnese und der Speicherung der persönlichen Daten des Patienten wird mit diesem Prozess auch die Erstversorgung des Patienten im Krankenhaus erfasst. Anschließend wird geklärt, ob eine ambulante Weiterbehandlung möglich ist, oder der Patient für längere Zeit im Krankenhaus bleiben muss.
- Patientenbehandlung: Die Patientenbehandlung umfasst die Versorgung des Patienten auf der Station. In Abhängigkeit von den Untersuchungsanweisungen des Arztes untergliedert sich der Prozess in weitere Unterprozesse (Diagnostik und Therapie) wie Laboruntersuchung, Untersuchung in externer Fachabteilung, Operation, Dialyse und der Verabreichung eines Medikamentes. Anschließend wird der Erfolg der vom Arzt angewiesenen Anordnungen geprüft und ggf. die Therapie geändert.
- Patientenverlegung: Dieser Teilprozess modelliert die Organisation der Verlegung des Patienten in ein anderes Krankenhaus, für den Fall, dass dem Patienten in der Klinik nicht oder nicht mehr geholfen werden kann.
- Patientenentlassung: Der Entlassungsprozess beinhaltet alle organisatorischen Maßnahmen von der Informierung der Angehörigen des Patienten bis hin zur Erstellung des Arztbriefes. Die Entlassung erfolgt entweder wenn der Patient geheilt ist oder dem Patient nicht mehr (auch nicht durch Verlegung in ein anderes Krankenhaus) geholfen werden kann.

Im Anschluss an die Prozessoptimierung wurde mit Hilfe des Workflowsystems Lotus Notes/Domino ein Prototyp einer Workflowanwendung entwickelt. Sie bildet eine Klinik des Krankenhauses als Organisation mit verschiedenen Rollen (Arzt, Pfleger usw.) und Abteilungen, mit denen die Rolleninhaber in Kontakt stehen (Labor, Chirurgie etc.), elektronisch nach. Je nachdem, über welche Rolle ein Benutzer im System verfügt, werden nur die für ihn relevanten Aktivitäten des Ablaufes angezeigt. Die Anwendung enthält neben der Automatisierung der optimierten Geschäftsprozesse auch erste Ansätze für die elektronische Verwaltung wichtiger Papiere des Krankenhausalltages (Aufnahmepapiere, Behandlungsanweisungen, Entlassungspapiere...). Das folgende Bildschirmfoto zeigt beispielhaft die Umsetzung der Geschäftsprozesse in Lotus Notes.



Screenshot einer Eingabemaske des Prozesses "Bettenstatus" der fertigen Workflowapplikation in Lotus Notes



Die Prozesse des Patientendurchlaufes sollen weiterhin als Ausgangspunkt für eine umfassende Modellierung aller Prozesse eines Krankenhauses und somit zur Entwicklung eines komplexen Modells zum Krankenhausmanagement dienen. Dazu müssen weitere Prozesse vor allem in anderen Fachabteilungen und der Krankenhausverwaltung erfasst und optimiert werden. Hierbei sind gängige nationale und internationale Qualitätsstandards (DIN, Joint Commission...) zu beachten um eine hohe Prozessqualität zu gewährleisten.

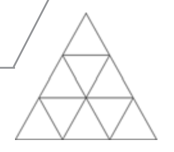
4. Vorteile der Prozessoptimierung

Abschließend sollen hier einige Vorteile der schriftlichen Fixierung von Geschäftsprozessen und der Geschäftsprozessoptimierung für das Krankenhaus stichpunkartig dargestellt werden. Optimierte Geschäftsprozesse:

- definieren vorhersehbare Abläufe der Krankenbehandlung und der gesamten Organisation des Krankenhauses ("Best practise")
- definieren die Erwartungen bestimmter am Prozess beteiligter Personen bzw. Abteilungen an den Prozess und legt verbindliche Prozessziele fest
- verbessern den Fachabteilungsübergreifenden Ablauf der Patientenbehandlung, die Aufzeichnung und Auswertung des Behandlungsablaufs sowie die Kommunikation und Abstimmung der Fachabteilungen untereinander
- unterstützen so einen reibungslosen Ablauf mit reduziertem Ressourcenverbrauch (durch verringerte Verschwendung sowie verbesserte Koordination) und nachhaltig verbesserter Qualität
- führen dadurch zu einer spürbaren Entlastung des Personals und höherer Patientenzufriedenheit
- sind Voraussetzung für die Einführung von IT-Lösungen zur weiteren Vereinfachung und Automatisierung des Krankenhausalltages wie zum Beispiel eines Workflowmanagementsystems, der digitalen Krankenakte, Software zur Prozesskostenrechnung, Software zum Qualitätsmanagement u.v.m.
- bieten eine Hilfestellung bei der Definition Klinischer Pfade und während der Zertifizierung des Krankenhauses gemäß nationaler und internationaler Qualitätsstandards (DIN, Joint Commission...)

Literatur

[1] Bott, Oliver Johannes: Zur Architektur Vorgangsunterstützender Informationssysteme im Krankenhaus - Der Leistungsprozess im Krankenhaus und seine informationstechnische Unterstützung, genehmigte Dissertation an der Technischen Universität Braunschweig, 2000
[2] Gadatsch, Andreas: Management von Geschäftsprozessen: Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis - Eine Einführung für Studenten und Praktiker, Braunschweig, Wiesbaden, Vieweg, 2002
[3] Hellmann, Wolfgang (Hrsg.): Praxis klinischer Pfade: Viele Wege führen zum Ziel, Landsberg/Lech: ecomed Medizin, 2003
[4] Lehmann, Thomas M.; Meyer zu Bexten, Erdmuthe: Handbuch der Medizinischen Informatik, München, Wien: Hanser Verlag, 2002
[5] Schäfer, T.; Bott, J.; Dressing, K.; Pretschner, D. P.; Stürmer, K. M.: Anforderungen an Workflowmanagementsysteme zur Unterstützung klinischer Abläufe - Erfahrungen aus einem Projekt zur Spezifikation eines rechnergestützten Informationssystems für unfallchirurgische Abteilungen, Institut für Medizinische Informatik der Technische Universität Braunschweig, Klinik für Unfallchirurgie der Georg-August-Universität Göttingen
[6] Trill, Roland (Hrsg.): Informationstechnologie im Krankenhaus: Strategien, Auswahl, Einsatz, Neuwied und Kriftel: Luchterhand, 2002



S. Bärmann

Das Wissen-wollen der Nachkriegsgeneration - eine tiefenpsychologische Untersuchung

"... die Sünde der Väter heimsucht an den Kindern bis ins dritte und vierte Glied ..."
- Die innerfamiliäre Aufarbeitung des 2. Weltkrieges bei der Nachkriegsgeneration -

Sara Bärmann, Tel.: 0179/ 7567316, E-Mail: sara_baermann@yahoo.de, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

"Es nützt euch alles nichts. Ihr werdet euch euer ganzes Leben lang damit beschäftigen, ob ihr wollt oder nicht. Dieser Leichenberg im Keller der deutschen Geschichte fragt euch nicht und niemanden, ob ihr ihn wahrnehmen wollt oder nicht. Der ist da, wie ein Berg eben da ist. Da kann man sich vor den Berg stellen und sagen: ‚Du bist nicht da' - das macht dem überhaupt nichts aus." (Giordano, zitiert nach von Arnim, 1989, S. 336)

Gemeint ist der Berg der Schuld, vor dem die deutschen Generationen nach Auffassung von Giordano seit Kriegsbeginn stehen. Die vorliegende Arbeit soll den Versuch darstellen, sich diesem Berg zu nähern, indem der Frage nachgegangen wird, wie die familiäre Aufarbeitung und Verarbeitung der Geschehnisse bzw. Erlebnisse der Eltern im Zweiten Weltkrieg von der sogenannten *Zweiten Generation*[1] erlebt und erfahren wurde. Dabei wird besonders die Behandlung der Schuldfrage in den Mittelpunkt gerückt.

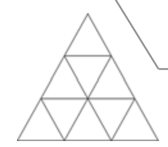
In dem theoretischen Teil der Arbeit wird zunächst die *Aufarbeitung*[2] der Generationen im historischen, wissenschaftlichen und familiären Kontext gezeigt. Die Darstellung erfolgt vor dem Hintergrund, dass alle drei Bereiche einander bedingen, d.h., dass sich die historischen Mechanismen in der Auseinandersetzung mit der Vergangenheit sowohl auf die familiäre, als auch auf die wissenschaftliche Aufarbeitung auswirken.

So kann davon ausgegangen werden, dass sich die Inhalte von familiären Gesprächen an den gesellschaftlichen Bedingungen orientieren, wobei die daraus resultierenden Verhaltensweisen ebenfalls auf die Gesellschaft zurückwirken. In ähnlicher Weise beeinflussen Gesellschaft und Wissenschaft einander wechselseitig, denn die Wissenschaft als Teilgebiet der Gesellschaft entnimmt ihr die Themen und Phänomene für die Untersuchungen.

---

[1] Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen, soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Menschen, die den Holocaust miterlebt haben, als Erste Generation, Kriegs- oder Elterngeneration bezeichnet werden, währenddessen die Nachkommen dieser Generation die Zweite Generation darstellen, die auch Nachkriegs- oder Kindergeneration genannt werden.

[2] Der Begriff der "Aufarbeitung" wurde "ursprünglich aus dem Umfeld der psychoanalytischen Sozialpsychologie und der Kritischen Theorie in die Diskussion um die NS-Vergangenheit eingebracht", um "den bundesrepublikanischen Umgang mit dem Nationalsozialismus" zu kritisieren (Welzer, 1999, S. 50). Auch wenn an dieser Stelle auf Grund einer erfolglosen Recherche eine allgemeine Definition des Begriffes ausbleiben wird, wird davon ausgegangen, dass der Leser seine eigene Definition von dem tagtäglich gebrauchten Begriff haben wird. In der vorliegenden Arbeit wird unter der Begrifflichkeit eine bewusste Annäherung an die Thematik verstanden, bei der versucht wird, sich mit allen (!) Aspekten der Vergangenheit auseinander zu setzen, um die Vergangenheit als Bestandteil der Persönlichkeit in diese integrieren zu können.



Aber auch die Individuen einer Gesellschaft bestimmen die zu untersuchenden Themen, da sie eine Gesellschaft erst möglich machen. Somit wirken die Individuen doppelt auf die Wissenschaft ein, denn neben der Mitbestimmung sind sie zum überwiegenden Teil gleichzeitig Untersuchungsgegenstand in der Wissenschaft. Die Ergebnisse der Untersuchungen beeinflussen dabei sowohl die Individuen in ihren sozialen Kontexten, als auch die Gesellschaft im Allgemeinen.

Das dargestellte Bedingungsgefüge lässt anhand der Literatur den Schluss zu, dass das Schweigen in der Auseinandersetzung mit der Vergangenheit letztendlich durch die Gesellschaft Schritt für Schritt aufgehoben wurde, obwohl die politischen und historischen Ereignisse der Nachkriegszeit die notwendige Aufarbeitung zunächst behindert hatten. Denn indem das Verhalten der Bevölkerung, alle Energien in den Wiederaufbau Deutschlands zu stecken, von der Regierung gefordert und unterstützt wurde, förderte die Gesellschaft dahingehend das Schweigen, dass die fehlende Zeit und Kraft als Grund diente, um sich nicht mit den Geschehnissen des Zweiten Weltkrieges, dem eigenen Verhalten im Krieg und der sich daraus ergebenden Schuldfrage auseinandersetzen zu müssen. Die hierbei einsetzenden Mechanismen der Verdrängung und Verleugnung halfen, das moralische und damit das allgemeine Überleben sichern zu können.
Darüber hinaus wurde es durch die Teilung des Landes unmöglich, eine umfassende und gemeinsame Aufarbeitung in Deutschland zu verfolgen, da sich beide Republiken unter der Zuhilfenahme der Vergangenheit voneinander abzugrenzen versuchten. Dies wiederum beeinflusste die nachfolgenden Generationen in den jeweiligen Staaten dahingehend, dass sie sich unterschiedlich der Vergangenheit nähern und eine Aufarbeitung initiieren konnten. Beiden Republiken gleich war jedoch die anfängliche Anwendung der Abwehrmechanismen der Verdrängung und Verleugnung.
Dem gegenüber stand die Wissenschaft, die sich trotz der gesellschaftlichen Verdrängung nach und nach bemühte, Zugang zu den tabuisierten Themen zu erlangen. Dabei standen neben den Opfern des Krieges und deren Nachkommen auch die Täter und besonders deren Kinder im Mittelpunkt der Beschäftigung. Es zeigte sich, dass diese ebenfalls unter den Taten der Eltern zu leiden hatten - ohne an dieser Stelle eine Gleichstellung mit den Opfern provozieren zu wollen. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass die Offenheit der Wissenschaft von der belasteten Kindergeneration als Gewinn erlebt wurde, da diese das Schweigen brachen.
Jedoch zeigten die Ergebnisse der Untersuchungen eher eine Auseinandersetzung, die von dem Versuch der Kriegsgeneration gekennzeichnet war, die eigene Verantwortlichkeit für die Verbrechen der Nationalsozialisten zu relativieren bzw. zu leugnen, sowie Schuld- und Schamgefühle abzuwehren. Es wurde gezeigt, dass die Erste Generation mittels verschiedener Mechanismen eine familiäre Aufarbeitung auf der Grundlage des Familiendialoges erschwert bzw. verhindert hatte, was die Beziehung zwischen den Generationen beeinflusste. Denn wie die verschiedenen Untersuchungen zeigen, wurden bei den Nachkommen der Täter erhebliche Auffälligkeiten gefunden, die nachweislich im Zusammenhang mit der verschwiegenen Vergangenheit der Elterngeneration stehen.
Gleichzeitig wurde erkennbar, dass nicht nur die ältere Generation einen offenen Dialog verhindern wollte, sondern dass dieses Verhalten von der Kindergeneration gestützt wurde. So kann das Zitat von Gabriele Rosenthal (1995) charakteristisch für die Art und

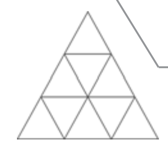
Weise gesehen werden, wie in deutschen Familien mit der NS-Vergangenheit umgegangen wurde:

"Wie auch in anderen von uns befragten Familien vermieden nicht nur die Großeltern mit widersprüchlichen Aussagen, Gesprächsblockaden und unglaubwürdigen Geschichten die Möglichkeiten eines offenen Dialogs, sondern auch ihre Kinder und Enkel sind zum Abdunkeln der Familiengeheimnisse interaktiv beteiligt." (ebd., S. 47)

Die in dem Bogen verdeutlichten Ergebnissen, der von der historischen Aufarbeitung in der deutschen Gesellschaft über die wissenschaftliche Aufarbeitung hin zur familiären Aufarbeitung der Individuen geschlagen wurde, offenbaren gleichzeitig, dass es nur wenige wissenschaftliche Veröffentlichungen gibt, die sich in ihrem Untersuchungsgegenstand weder für die Täter noch für die Opfer interessieren, sondern nach den Menschen fragt, die zwischen diesen beiden Extremen liegen. Dabei stellt sich die Frage, ob alle zu der Zeit lebenden Deutschen durch ihre Passivität zu Mittätern geworden sind, so dass die gefundenen psychischen Folgen bei den Nachkommen von NS-Tätern in abgeschwächter Weise auf die gesamte deutsche Zweite Generation übertragbar wären. Schon die Diskussion bezüglich der Beantwortung dieser Frage zeigt, dass in diesem Zusammenhang Untersuchungen wünschenswert sind, die sich mit den nachfolgenden Generationen der "Durchschnittsbevölkerung" beschäftigen.

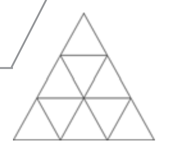
Dieses Ziel verfolgt die vorliegende Arbeit, deren "Herzstück" - die schrittweise Auswertung der geführten Interviews mit Vertretern der Zweiten Generation - eine Personengruppe repräsentiert, die sich in ihrer Charakteristik weder der Opferseite noch der Täterseite zuordnen lässt. Es handelt sich um eine Auswahl von Personen, mit denen über ihre erlebte Auseinandersetzung bezüglich des Zweiten Weltkrieges gesprochen werden konnte. Da diese Voraussetzung nicht in allen deutschen Familien zu finden ist, liegt der Untersuchung eine selektive Stichprobe zugrunde.

Die Analyse der Interviews erfolgte in mehreren Beschreibungsschritten. So wurde zunächst in dem ersten beschreibenden Schritt kenntlich gemacht, welche *übergreifenden* Themen in den einzelnen Interviews aufgegriffen wurden. Dabei zeigte sich vor allem, dass der überwiegende Teil der Gespräche von der Zweiten Generation initiiert worden war, um Wissen über das Leben der Eltern während der NS-Zeit zu erfahren. Gleichzeitig wurde deutlich, dass in den Dialogen der offensichtlichen Frage aus dem Weg gegangen worden ist, inwieweit die eigenen Eltern in diesem Krieg Schuld auf sich geladen haben. Aus diesem Grund entstand der Eindruck, es wäre zwischen den Generationen dahingehend ein impliziter Kompromiss geschlossen worden, welche Themen Gegenstand der Gespräche sein durften. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die Vereinbarung - die direkte Behandlung der Schuldfrage aus den Dialogen auszuklammern - vor dem Hintergrund eingegangen wurde, die Schuldfreiheit beider Generationen sichern zu können. Denn mit den ausbleibenden Fragen der Zweiten Generation ergab sich auf der einen Seite für die Elterngeneration keine Gelegenheit, ihre mögliche Schuld offenbaren zu müssen. Auf der anderen Seite schützte sich die Zweite Generation dadurch vor einer Auseinandersetzung mit den aus dem Bekenntnis ergebenen Konsequenzen. Insofern konnten beide Seiten von dem Kompromiss profitieren.
Diese Auffälligkeiten und der Hinweis aus den einzelnen Hauptthemen, dass das Aufgreifen der Thematik "Zweiter Weltkrieg und Nationalsozialismus" in den Gesprächen



in unterschiedlicher Art und Weise eingeleitet wurde, verlangten im weiteren Verlauf der Auswertung eine überarbeitete Psychologische Fragestellung, um die aufgestellten Vermutungen intensiver untersuchen zu können. Daher wurde die Fragestellung dahingehend spezifiziert, wie die Zweite Generation in den Dialogen auf mögliche eigene Verwicklungen reagiert.
Beantwortet wurde die Frage mit Hilfe der *typisierenden Bilder*, in denen die verschiedenen Verhaltensweisen in der generationsübergreifenden Auseinandersetzung vertiefend dargestellt wurden. Dabei wurde im Sinne eines Prozesses gezeigt, dass anfänglich in einem sehr aggressiven und vorwurfshaften Vorgehen versucht wurde, vordergründig die Vergangenheit aufarbeiten zu wollen, ohne jedoch Schuld erkennen zu müssen. Mit steigendem Alter und wachsender "Reife" setzte dann ein Aufarbeitungsmechanismus ein, der bestimmt war von der Fähigkeit der Zweiten Generation, sich in die damalige Situation der Eltern zu Zeiten des Nationalsozialismus hineinzuversetzen. Aus den Anschuldigungen wurden Entschuldigungen, die zum einen nur den eigenen Eltern galten, in einem weiteren Schritt jedoch auf die damalige Bevölkerung im Allgemeinen übertragen wurden. In einer abschließenden Verhaltensweise passte sich die Zweite Generation ihrer Umgebung an und griff nur dann das Thema auf, wenn die Eltern es zuließen. Dabei zeigte sich die Zweite Generation mit der erfolgten Aufarbeitung zufrieden, obwohl ihr bewusst war, dass viele Themen unbearbeitet geblieben waren.
In diesen unterschiedlichen Verhaltensweisen offenbarte sich jedoch das gemeinsame Grundmuster, dass die Mechanismen von der Zweiten Generation angewendet wurden, um der Schuldfrage aus dem Weg zu gehen und so die Schuldfreiheit der Eltern, aber auch die eigene aufrechterhalten zu können. Damit wurde anhand der Typisierungen die Auffälligkeit unterstrichen, dass die Zweite Generation zwar daran interessiert war, Wissen über die Eltern zu erfahren, im Sinne des Kompromisses jedoch einer zu genauen Behandlung der bedrohlichen Schuldthematik ausgewichen war.

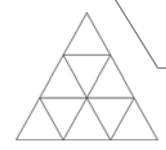
Diese Spannung zwischen dem *Wissen-wollen* und der Gefahr, dabei auf *Verwicklungen* zu stoßen, wurde ebenfalls in der Konstruktion des Seelischen sichtbar. An dieser Stelle konnte zudem anhand des Zusammenspiels der Faktoren gezeigt werden, dass sich die Grundspannung dadurch ergab, *dass die Zweite Generation die Eltern vorrangig schuldfrei sehen wollte, ohne dabei das Thema ruhen lassen zu wollen.* Dementsprechend können die in den typisierenden Bildern dargestellten Verhaltensweisen zusammenfassend als Lösungen für den angedeuteten Konflikt - nur schuldfreies Wissen über die Vergangenheit der Eltern zu erfahren - verstanden werden. Denn durch die "Verflachung" des Prozesses in der Aufarbeitung wurde die Gefahr gebannt, bedrohliche Themen anzusprechen. Gleichwohl bestand die Möglichkeit, Wissen über die Vergangenheit der Eltern zu erhalten, ohne jedoch die Schuldlosigkeit der Eltern und damit auch die eigene in Frage stellen zu müssen.
Das unerwartete Ergebnis, dass die Zweite Generation auf Grund der immer noch vorhandenen Bedrohlichkeit, die von der Thematik ausging, eine Aufarbeitung scheute, lässt die Frage zu, ob eine Aufarbeitung in dem Sinne - sich mit allen Aspekten der Vergangenheit auseinander zu setzen - überhaupt möglich ist. Wer von uns möchte schon wissen, ob der Vater ein Mörder war? Würde uns bei der Annäherung an die dunklen Seiten der Vergangenheit nicht das Entsetzen übermannen, zu welchen Taten unsere Vorfahren fähig waren? Könnten wir überhaupt mit dem sich uns offenbarendem



Wissen umgehen, wenn wir nachfragen würden?
Natürlich dürfen diese Fragen weder als Entschuldigung für die nicht erfolgte Aufarbeitung verstanden werden, noch dürfen sie als Vorwand gelten, um einer zukünftigen Aufarbeitung aus dem Weg zu gehen. Nach Meinung der Autorin müssen diese grundlegenden Fragen jedoch erst diskutiert werden, bevor die Aufarbeitung der Zweiten Generation dahingehend bewertet werden kann, was sie hätte anders machen müssen und bevor Vorschläge gegeben werden dürfen, wie eine erfolgreiche Aufarbeitung durchgeführt werden muss.

Literaturangabe:

[1] Arnim, G. von (1989). Das große Schweigen: von der Schwierigkeit, mit dem Schatten der Vergangenheit zu leben. München: Kindler
[2] Horak, R. (2004). Identität und Alter. München: Meidenbauer
[3] Rosenthal, G. (1995). Familienbiographien: Nationalsozialismus und Antisemitismus im intergenerationellen Dialog. In: Attia, I.; Basque, M.; Kornfeld, U.; Lwanga, G. M.; Rommelspacher, B.; Teimoori, P.; Vogelmann, S. & Wachendorfer, U. (Hrsg.). Multikulturelle Gesellschaft, monokulturelle Psychologie? Tübingen: dgvt-Verlag
[4] Welzer, H. (1999). Verdrängen, abspalten, aufarbeiten - Zur Psychologisierung biographischer Erzählungen von NS-Zeitzeugen. In: Journal für Psychologie, 7, Heft 3, S. 44-54



L. Heyde

Hochbegabte Schulversager - Zur Interdependenz von Leistungsmotivation, Kausalattribuierung und Selbstwertgefühl hochbegabter Jugendlicher

Lysann Heyde, Tel.: (03461) 462293, E-Mail: lysann.heyde@web.de, Hochschule Merseburg, Geusaer Straße 88, 06217 Merseburg

1. Fragestellung

Die Diplomarbeit beschreibt das problematische Konstrukt der erwartungswidrigen Schulleistungen. Die Arbeit verfolgt das Ziel, sich auf der Grundlage des `Allgemeinen Bedingungsmodells der Schulleistung´ nach Heller, die Beeinträchtigungen der schulischen Leistungen zu analysieren und diese in Beziehung zu setzen. Das Modell geht bei den Beeinträchtigungen unter anderem von den nichtkognitiven Persönlichkeitsmerkmalen aus (vgl. Abb.1). Bei den Merkmalen handelt es sich um die Leistungsmotivation als möglichen Moderator, um die Kausalattribuierung in Leistungssituationen und um das Selbstkonzept, insbesondere um das akademische. Daraus ergeben sich folgende relevante Fragestellungen für die Untersuchung[1]:

- Bilden die nichtkognitiven Persönlichkeitsmerkmale die Ursachen für die erwartungswidrigen Schulleistungen?
- Besteht eine Interdependenz zwischen den Merkmalen der Leistungsmotivation, der Kausalattribuierung und des akademischen Selbstwertgefühls?

Die Untersuchung soll als Ansatz jener Gruppe helfen, die durch ihre Zensuren nicht als hochbegabt erkannt werden, jedoch auf Grundlage ihres Begabungspotentials, ihrer Intelligenz, im Stande wären vermutete Leistungen zu erbringen.

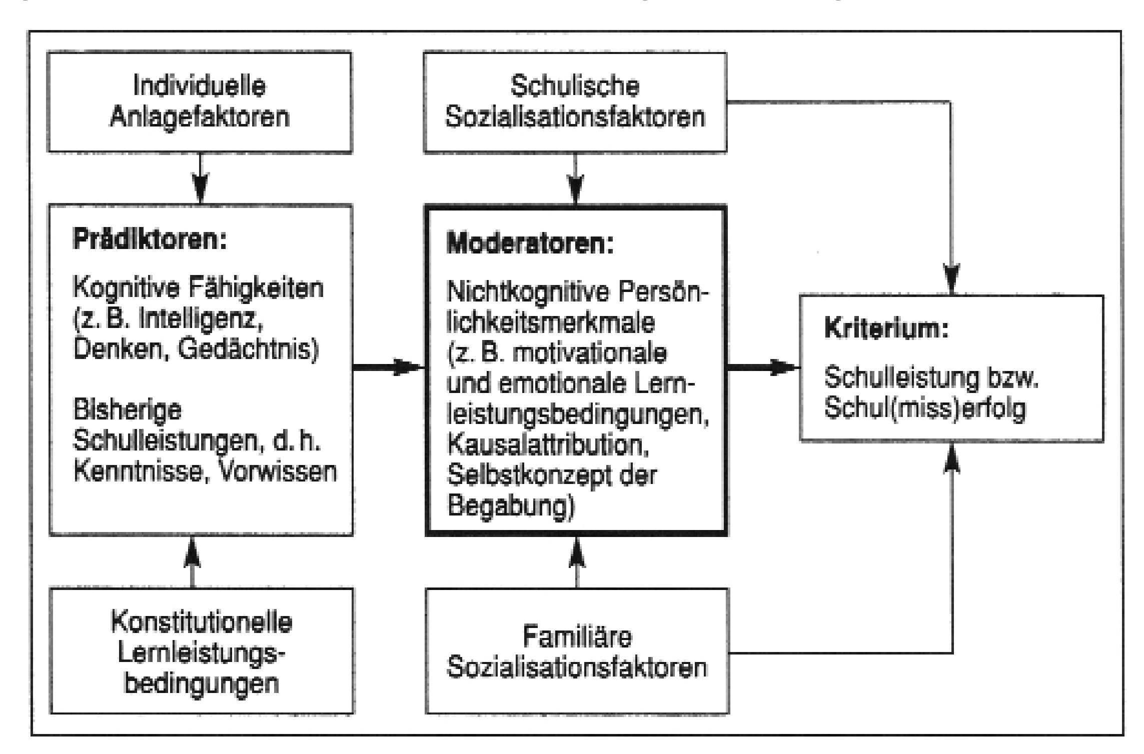
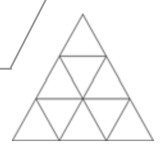


Abb. 1: Allgemeines Bedingungsmodell der Schulleistung nach Heller (2000) - Quelle: Holling et. al., 2004, S.138.



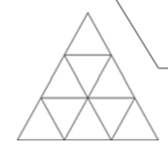
Die Abweichungen von den erwartungsgemäßen Schulleistungen werden auf die Wirksamkeit hemmender oder fördernder nichtkognitiver Persönlichkeitsmerkmale des Schülers zurückgeführt. Dabei wird davon ausgegangen, dass es sich nicht nur um ein oberflächliches Phänomen handelt, welches leicht zu modifizieren wäre. Diethelm Wahl kommt zu dem Ergebnis, dass das Konstrukt erwartungswidriger Schulleistungen von der Art der Prädiktoren, Kriterien und Definitionen abhängt. Dadurch wird das Konstrukt so hochgradig spezifisch, dass es illusionär erscheint, auch nur einen annähernd generellen Typus der erwartungswidrigen Leistungen zu definieren (vgl. Heckhausen, 1980).

2. Moderatoren: Selbstwertgefühl, Leistungsmotivation, Kausalattribuierung

Im Rahmen der Marburger Hochbegabtenforschung weisen Hanses & Rost (1996) in fast allen Facetten[2] des Selbstkonzepts den Underachievern[3] ungünstige Werte zu. Besonders problematisch erscheint dabei die Unzufriedenheit allgemein, die mit dem eigenen Verhalten und dem eigenen Aussehen. Die seelische Stabilität und der intellektuelle schulische Status nehmen einen weiteren hohen Stellenwert im negativ beschriebenen Selbstkonzept ein. Weiterhin fanden sie heraus, dass neben der negativen Selbsteinschätzung der Persönlichkeit, auch die Fremdeinschätzung durch Eltern und Lehrer dieses Bild bestätigten. Die Eltern betonten die negative Entwicklung des Sozialverhaltens und bezeichneten ihre Kinder als besonders schwierig (vgl. Hanses & Rost, 1996). Das Selbstkonzept bildet sich eher aus dem Hintergrund der Leistungsperformanz als auf dem Hintergrund der Leistungskompetenz heraus (vgl. Hanses & Rost, 1994).

Die Bereitschaft zur Leistung trägt demnach eine zwiespältige Erwartung in sich und zwar die Hoffnung auf Erfolg oder die Furcht auf Misserfolg. Die Gruppe der hochbegabten Underachiever wird den Misserfolgsorientierten zugeteilt. Das Ergebnis von Misserfolg oder die Angst davor kann ein Stressor sein, der bei den Jugendlichen Stresssymptome auslöst, die im Extremfall bis zur Handlungsunfähigkeit führen können.

Bezeichnet man also einen Schüler, der im Hinblick auf seine intellektuelle Begabung erwartungswidrig schlechte Schulleistungen erbringt, als Underachiever, geht man davon aus dass dieser Schüler im Gegensatz zu Achievern sein Begabungspotential aus persönlichkeitspsychologischen und/oder aus sozialen Gründen nicht dementsprechend aktivieren kann (vgl. Ey-Ehlers, 2001). Folgen in der Sekundarstufe sind demnach Leistungsstörungen und Probleme im Lern- und Arbeitsverhalten. Als langfristige Folgen können der Rückzug aus dem sozialen Umfeld und das ungestüme Ausleben der Intelligenz in zerstörerischen Tendenzen bezeichnet werden (vgl. Spahn, 1997). Butler-Por weist auf das Risiko hin, diese Gruppe der jugendlichen Hochbegabten nicht zu bemerken (vgl. Meyer, 2003). Wenn diese Kinder und Jugendlichen nicht entdeckt werden und ihnen keine Hilfe zukommt, besteht die Gefahr des Durchfallens in verschiedenen Schulformen. Dies könnte den Besuch einer Sonderschule für Lern- oder Verhaltensgestörte nach sich ziehen. Für die hochleistenden Hochbegabten gibt es eine Reihe privater Vereinigungen und staatlichen Initiativen zur Förderung. Für die ca. 15% - 20% Underachiever hingegen fehlt jegliches formelles Hilfsangebot (vgl. Institut für Leistungsentwicklung, online).



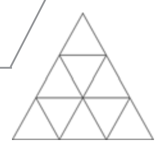
Denn nach Heckhausen (1974) stellt die internale Attribuierung eines Handlungsresultates eine Vorbedingung für das Auftreten leistungsmotivierender Phänomene dar (vgl. Keßler, 1988). Demzufolge sind Attribuierungsprozesse für die Anregung des Leistungsmotivs und der nachfolgenden Selbstbewertung bedeutsam. Veränderungen in den Attribuierungsgewohnheiten können somit zu Veränderungen der Leistungsmotivation führen. Weniger Leistungsmotivierte, in der Untersuchung die hochbegabten Underachiever, unterscheiden sich im Gegensatz zu Leistungsmotivierteren in der externalen Attribuierung bei Erfolg und führen Misserfolg eher auf mangelnde Begabung zurück (vgl. ebd.). Sie sehen ihre fehlende Begabung und fehlende Anstrengung als Grund für Misserfolge und Glück als Ursache für Erfolge. Ursachenerklärungen von Erfolgen und Misserfolgen werden neben Merkmalen der Situation auch von dem Selbstkonzept beeinträchtigt (vgl. ebd.). Diese Attribuierung beeinflusst das schulische Selbstvertrauen und das Selbstwertgefühl negativ und stellt somit keine günstige Vorrausetzung für ein leistungsmotivierendes Verhalten dar. Diese Bedingung kann zu inadäquaten Leistungen führen, die sich wiederum im akademischen Selbstwertgefühl widerspiegeln. Je negativer sich der Schüler einschätzt, desto eher attribuiert er die Erfolge auf Zufall und führt Misserfolge auf stabile Faktoren zurück.

3. Untersuchung

3.1 Methode

Die durchgeführte Untersuchung basiert auf dem in der Literatur vielfach beschriebenen Prädikator IQ -Wert von 130 und einem mittleren Zensurendurchschnitt von 2,4 in Anlehnung an Rost & Hanses (1996). Auf der Grundlage der Gesamtstichprobe (238 Schüler) erwiesen sich anhand der Kriterien 37 Schüler als so genannte Underachiever. Der Intelligenzquotient wurde mittels von Testinstrumenten, den Intelligenz- Struktur-Test und den Standard Raven Matrizen, ermittelt. Der zweite Intelligenztest diente der Überprüfung zum ersten ermittelten Ergebnis des Intelligenz-Struktur-Tests. Zur Zensurenbestimmung wurde der Durchschnitt der Halbjahresnote des Jahres 2004/2005 heran gezogen. Die Untersuchung fand in zwei Gymnasien des Bundeslandes Brandenburg statt. Für die Ermittlung des Selbstwertgefühls diente die `Aussagenliste zum Selbstwertgefühl´ (Schauder), und der `Leistungsmotivationstest für Jugendliche´ (Hermans & Undeutsch) für die Erfassung der Leistungsmotivation. Der `Fragebogen zur Kausalattribuierung von Leistung´ (Keßler) fungierte als Testinstrument zur Bestimmung der Attribuierungstendenzen. Folgende Hypothesen lagen der Untersuchung zu Grunde:

1. Kausalattribuierung, Leistungsmotivation und das akademische Selbstwertgefühl bilden die Moderatoren bei der Umsetzung von Begabungspotential in schulische Leistungen.
2. Ursachen des Underachievement sind u.a. eine internale (stabile) Attribuierung bei Misserfolg und eine externale (variable) Attribuierung bei Erfolg.
3. Eine geringe Leistungsmotivation ist die Folgeerscheinung der internalen Attribuierung bei Misserfolg und der externalen Attribuierung bei Erfolg.
4. Als Ursache für ein negatives gesamtes Selbstwertgefühl agiert eher das akademische Selbstwertgefühl als das soziale.



5. Das negative akademische Selbstwertgefühl stellt die Folge geringer Leistungsmotivation dar.

3.2 Ergebnisse

Die Häufigkeitenverteilung in der Kausalattribuierung bestätigte zum einen die Annahme, dass sich die Attribuierung vorrangig auf den Misserfolg konzentriert, insbesondere werden dabei die Ursachen für Ereignisse in der eigenen unveränderbaren Person gesucht. Zum anderen ergab die Untersuchung darüber hinaus auch die erhöhte Attribuierung in der eigenen veränderbaren Person und in der externalen variablen Ursachenerklärung. Begründeten die jugendlichen Underachiever die Ereignisse aus dem Erfolg heraus, dann war dieser Nachweis externaler und variabler Natur und dadurch von der eigenen Person nicht kontrollierbar. Die Analyse der Leistungsmotivation ergab eine Zentrierung auf die durchschnittliche Leistungsmotivation. Die Minderheit der befragten Jugendlichen (8 von 30) gab an, eine geringe Leistungsmotivation zu haben. In Bezug auf das Selbstwertgefühl brachte die Untersuchung die höchsten Werte des negativen Selbstwertgefühls im Akademischen hervor. Bei dem sozialen (Freunde, Familie) Selbstwertgefühl lag die Konzentration der Ergebnisse eher im positiven Bereich. Somit liegt die Vermutung nahe, dass akademische Selbstwertgefühl wäre der Auslöser für ein geringeres gesamtes Selbstwertgefühl im Vergleich zum sozialen. Doch diese Annahme ließ sich durch die statistischen Verfahren nicht bestätigen. Diese brachten einen engen Zusammenhang zwischen allen vier beschriebenen Selbstwertgefühlen zum Ausdruck.

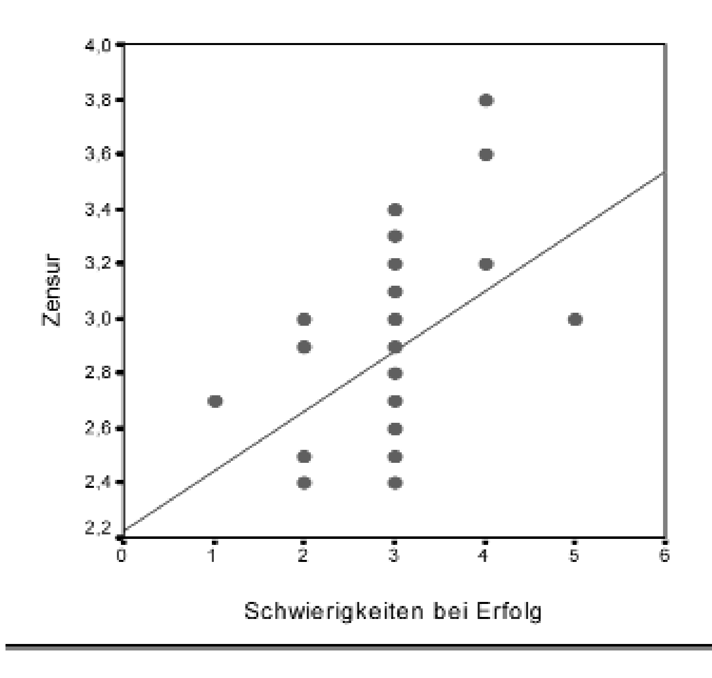
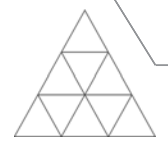


Abb. 2: Punktewolke von Attribuierung und dem Kriterium

Die Untersuchung zum Zusammenhang der einzelnen Merkmale als Einflussgrößen zum Leistungskriterium der Zensur ergab folgendes Ergebnis. Mittels der Regressionsanalyse konnte lediglich der Nachweis für das Merkmal der Kausalattribuierung erbracht werden.



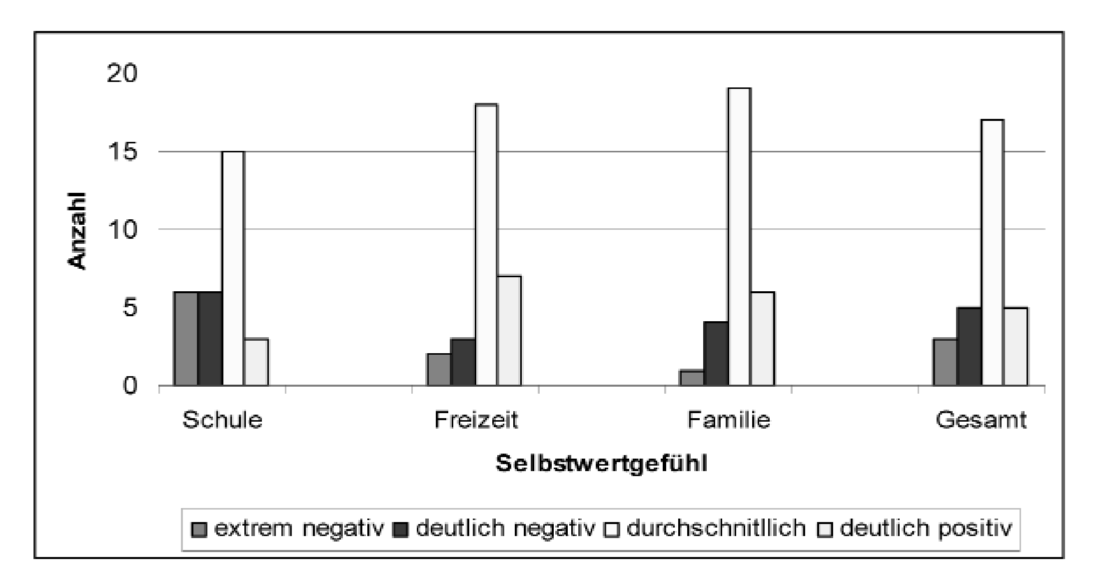
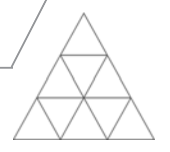


Abb. 3: Häufigkeiten des Selbstwertgefühls

In den verschiedenen Möglichkeiten der Attribuierung ergab speziell auch nur die Attribuierung auf Erfolg und Schwierigkeiten einen statistisch bedeutsamen Zusammenhang. Auf Grund der Analysen konnten weder die anderen Möglichkeiten der Kausalattribuierung, der Einfluss der Leistungsmotivation sowie die Beeinträchtigung der Zensur durch das akademische Selbstwertgefühl nachgewiesen werden.

Die Interdependenzen der nichtkognitiven Persönlichkeitsmerkmale ließen sich teilweise anhand der Hypothesen verifizierten. In der Untersuchung lang es die Interdependenz zwischen geringer Leistungsmotivation und internaler, stabiler Kausalattribuierung bei Misserfolg zu bestätigen, sowie den Zusammenhang von geringer Leistungsmotivation und externaler, variabler Attribuierung bei Erfolg nachzuweisen. Das bedeutet bei geringer Leistungsmotivation ist die beschriebene Kausalattribuierung hoch, je geringer die Leistungsmotivation ist, desto höher ist die Attribuierung. Ebenso die Interdependenz zwischen dem Selbstwertgefühl und der Leistungsmotivation konnten anhand der Korrelationsanalyse partiell bestätigt werden. Dem zu Folge besteht ein Zusammenhang zwar zwischen dem gesamten Selbstwertgefühl und der Leistungsmotivation, hingegen ließ sich insbesondere das akademische Selbstwertgefühl nicht statistisch beweisen. In dieser Interdependenz bleibt ungeklärt, ob ein spezielles Selbstkonzept in Verbindung mit der Leistungsmotivation steht oder die Ursache für das veränderte gesamte Selbstkonzept ist. Möglicherweise bildet den Auslöser für das gesamte Selbstkonzept ein Gefüge aus den besonderen Selbstkonzepten.

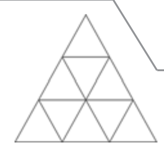
Zukünftig sind, wie bereits angedeutet, viele Fragen bzw. deren Antworten zu erörtern. Um die Beeinflussung des Interdependenz der nichtkognitiven Persönlichkeitsmerkmale positiv ausrichten zu können, ist es zunächst nötig, die genauen Auslöser zu kennen. An dieser Stelle wäre eine erneute Untersuchung im Bereich des Selbstkonzeptes und damit verbunden das Selbstwertgefühl erforderlich. Denn nur wenn die genauen Ursachen und Abhängigkeiten sowie deren Reihenfolge geklärt sind, könnte den Underachievern entsprechende Interventionen zur Verfügung gestellt werden.



Literatur

[1] Ey-Ehlers, Carina (2001): Hochbegabte Kinder in der Grundschule - Eine Herausforderung für die pädagogische Arbeit unter besonderer Berücksichtigung von Identifikation und Förderung. Stuttgart: ibidem Verlag.
[2] Heckhausen, Heinz (Hrsg.) (1980): Fähigkeiten und Motivation in erwartungswidriger Schulleistung. Göttingen: Hogrefe Verlag.
[3] Holling, Heinz und Uwe Peter Kanning (1999): Hochbegabung. Forschungsergebnisse und Fördermöglichkeiten. Göttingen: Hogrefe Verlag.
[4] Keßler, Max (1988): Fragebogen zur Kausalattribuierung in Leistungssituationen. Weinheim: Beltz Test GmbH.
[5] Meyer, Doris (2003): Hochbegabung - Schulleistung - Emotionale Intelligenz. Eine Studie zu pädagogischen Haltungen gegenüber hoch begabten "Underachiever". Hochbegabte: Individuum - Schule - Gesellschaft; Bd. 4. Münster: LIT Verlag.
[6] Rost, Detlef H. und Petra Hanses (1996): Das Drama der hochbegabten Underachiever - gewöhnliche oder außergewöhnliche Underachiever?. Berichte aus dem FB Psychologie der Philipps - Universität Marburg; Nr. 115.
[7] Rost, Detlef H. und Petra Hanses (1994): Besonders begabt: besonders glücklich, besonders zufrieden? Gifted, happy, statisfied? Berichte aus dem FB Psychologie der Philipps - Universität Marburg; Nr. 112.
[8] Spahn, Christine (1997): Wenn die Schule versagt. Vom Leidensweg hochbegabter Kinder. Asendorf: MUT-Verlag.
[9] Wahl, Diethelm (1975): Erwartungswidrige Schulleistungen. Untersuchungen zur Meßstabilität und zu den Geltungsbereichen des Konstrukts von Over- und Underachievement. Weinheim: Beltz Verlag.
[10] Weinert, Franz E. (1982): Erwartungswidrige Schulleistungen. Fernsehkolleg Lehrerprobleme - Schülerprobleme. Ein Programm zur Verbesserung pädagogischer Handlungsmöglichkeiten. Weinheim: Beltz Verlag.

[1] Die Zufallsstichprobe von 238 Schülern wurde auf der Basis der Durchführung des Screening-Verfahrens in zwei 8. Klassen, in insgesamt vier 9. Jahrgangsstufen, in drei 10. Klassen und einer 11. Jahrgangsstufe ermittelt. Die Klassenverbände waren nicht immer vollzählig. Mögliche bekannte Gründe stellten Wandertage, Krankheiten oder die fehlende Zustimmung durch die Eltern dar. Von den 37 gefilterten Underachievern war die weitere Arbeit mit 30 engagierten Schülern gewährleistet.
[2] Glück und Zufriedenheit, Verhalten, Beliebtheit, seelische Stabilität, intellektueller und schulischer Status, Aussehen, Kreativität und Phantasie.
[3] Wenn die erzielten Lernleistungen eines Schülers von dem auf Grund seiner erwarteten Intelligenz erheblich nach unten oder oben abweichen, spricht man von Underachievement bzw. Overachievement. Man versteht darunter ein auf das individuelle Intelligenzniveau bezogene Schulleistungsdefizit bzw. einen entsprechenden definierten Schulleistungsüberschuss. (Weinert 1965, S. 21)



E. Hämmerling / C. Wendel

Psychosoziale Belastungen von PartnerInnen chronisch Hirngeschädigter

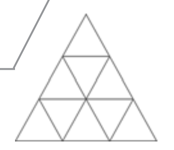
Ellen Hämmerling, Tel.: (03641) 395 953, E-Mail: e.haemmerling@asklepios.de, Asklepios Klinik, Schaufling - Hausstein 2, 94571 Schaufling - Hochschule Magdeburg-Stendal

Theoretischer Hintergrund

Chronische Krankheiten sind durch vielfältige somatische und psychosoziale Folgen charakterisiert und stellen Betroffene vor komplexe Bewältigungsaufgaben. Nicht nur die chronisch erkrankten Personen selbst, sondern das gesamte familiäre System, im Besonderen LebenspartnerInnen, sind meist in hohem Maße belastet (Laederach-Hofmann et al., 2002; Schönberger & von Kardoff, 2004; Vitaliano et al., 1991a). Chronisch kranke Menschen stellen in westlichen Industrienationen wie Deutschland in allen Bereichen der Gesundheitsversorgung die größte Behandlungsgruppe dar (Bengel et al., 2003). Hierbei ist von großer Relevanz, dass Hirnschädigungen und ihre oft lebenslang andauernden Folgen bislang weder auf fachlicher noch auf gesellschaftlicher Ebene im Sinne einer chronischen Krankheit umfassend betrachtet werden. Die langfristigen Folgen einer Hirnschädigung sind hinlänglich bekannt und in diversen Studien belegt; sie umfassen sowohl funktionelle als auch psychische Aspekte (Dinkel & Balck, 2003; Chemerinsky & Robinson, 2000).
Um im Zuge einer chronischen Krankheit ein neues familiäres Gleichgewicht zu erlangen, werden seitens der Familienmitglieder Veränderungen auf der sozial-emotionalen, kognitiven und Handlungsebene notwendig, die im ursprünglichen Lebenskonzept nicht vorgesehen waren (Tröster, 2000). Meist fehlt dabei eine klare Rollenidentität; eine Art Doppelrolle zwischen Angehörige/r und Pflegende/r entsteht (von Kardoff & Schönberger, 2005). Bisherige Studien ergaben, dass Angehörige von Hirngeschädigten unter verschiedenen psychologischen Langzeitfolgen leiden: Depressionen zählen hierbei zu den häufigsten Folgen (Gillen et al., 1998). Betrachtet man die LebenspartnerInnen hirngeschädigter Menschen, wird deutlich, dass - vergleichbar zu anderen chronischen Erkrankungen - die Lebensqualität beider PartnerInnen betroffen ist (Laederach-Hofmann et al., 2002). Stress, und im Speziellen die pflegebezogenen Anforderungen durch eine chronische Krankheit, wirken sich langfristig nicht nur auf die Lebenszufriedenheit der LebenspartnerInnen aus, sondern zwangsläufig auch auf die Partnerschaftsqualität (Bodenmann et al., 1999). Da das Paarsystem als besondere Ressource bei der Bewältigung einer chronischen Hirnschädigung, aber auch als labil und durch kritische Lebensereignisse vulnerabel anzusehen ist (Laederach-Hofmann et al., 2002), stellt die Partnerschaftszufriedenheit eine wichtige Größe in diesem Zusammenhang dar. Um den Bedürfnissen und Belastungen von LebenspartnerInnen chronisch Hirngeschädigter gerecht zu werden, gilt es an erster Stelle, diese in ihrer Komplexität und Interaktion mit einzelnen Stressoren zu analysieren.

Zielsetzung

Die vorliegende Untersuchung[1] ist Teil eines rehabilitationspsychologischen Forschungsprojektes der Hochschule Magdeburg-Stendal, welches die psychosozialen Belastungen der LebenspartnerInnen chronisch kranker Menschen untersucht. Die Partnerschafts-



und Lebenszufriedenheit von PartnerInnen chronisch Hirngeschädigter in Abhängigkeit von einzelnen Belastungsfaktoren wird erstmals explizit thematisiert. Als stresstheoretische Fundierung liegt hierbei das Prozessmodell der Pflegesituation von Pearlin et al. (1990) zu Grunde.

Methoden

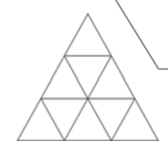
In diese Studie gingen die Daten von 67 PartnerInnen chronisch Hirngeschädigter ein; Tabelle 1 fasst die wichtigsten klinischen und Tabelle 2 die relevanten soziodemographischen Kennwerte zusammen. Es wurde ein Fragebogen erstellt, der die demographischen und krankheitsbezogenen Daten erfasst. Der Stressor Pflegebelastung wurde durch den Screen for Caregiver Burden, SCB (Vitaliano et al., 1991b)[2] ermittelt, das subjektive Normalitäts-Krise-Empfinden der PartnerInnen auf einer visuellen Analogskala. Als Mediatorvariable wurde die Zufriedenheit mit der informellen Unterstützung der PartnerInnen operationalisiert. Die Partnerschaftszufriedenheit wurde mit Hilfe der Kurzversion der Paarklimaskalen, PKS, (Schneewind & Kruse, 2002) erhoben. Zur Erfassung der psychischen Belastung wurden die Skalen *Somatisierung, Depressivität, Ängstlichkeit und Aggressivität/Feindseligkeit* der SCL-90-R (Franke, 2002) eingesetzt; zur Erfassung der Lebenszufriedenheit diente der Fragebogen zur Lebenszufriedenheit, FLZ, (Fahrenberg et al., 2000). Die Analyse der Daten wurde mit Hilfe des Computerprogramms "Statistical Package for the Social Sciences", SPSS, Version 12.0 durchgeführt.

Ergebnisse

Die klinischen und soziodemographischen Kennwerte sind in Tabellen 1 und 2 zusammengefasst.

Tab. 1 Klinische Kennwerte (N = 67).

		n	in %
Geschlecht der PartnerInnen	weiblich	46	69
Geschlecht der Hirngeschädigten	weiblich	21	31
Art der Hirnschädigung	Apoplex	38	57
	Gehirnblutung	14	21
	Schädelhirntrauma	8	12
	sonstige	7	10
Pflegestufe (n=66)	1	12	18
	2	18	27
	3	1	1
	keine	35	52
	k. A.	1	2
Geleistete psychische Unterstützung	wenig	7	11
	mittel	21	31
	viel	39	58
Selbstständigkeit	gering	14	21
	mittel	38	57
	groß	15	22
Pflegeumfang in Minuten (n = 61)	M = 193 ; SD = 360; Min. = 0; Max. = 1440		



Tab. 2 Soziodemographische Kennwerte (in Jahren).

	M	SD	n	Min.	Max.
Alter PartnerInnen	55.3	13.8	67	25	85
Alter Hirngeschädigte	56.7	14.0	66	25	86
Erkrankungsdauer	7.0	5.8	67	1	27
Beziehungsdauer	30.3	13.7	67	2.4	55
Beziehungsdauer vor Erkrankung	23.3	13.6	67	0.9	49

Die Selbstständigkeit der hirngeschädigten Personen wurde von 14 PartnerInnen (21%) als gering eingeschätzt; 39 PartnerInnen (58%) gaben an, viel psychische Unterstützung zu leisten.
Die Analyse der Daten zur alltagsbezogenen Belastung ergab für die *objektive Belastung* der ProbandInnen einen Mittelwert von 3.85 (SD = 2.21; n = 66) bei einem minimalen Wert von 1 und einem maximalen Wert von 9. Der Mittelwert der *subjektiven Belastung* betrug 18.12 (SD = 6.45; n = 66), wobei der geringste zu erreichende Wert dieser Variable auf Grund der Kodierung 9 und der größte Wert 36 waren. Die Skalen *Objektive Belastung* (OB) und *Subjektive Belastung* (SB) korrelierten deutlich miteinander (Spearmans rho: r = .96; p = .00; n = 66), daher wurde in weiteren Berechnungen einzig *SB* verwendet. Zusätzlich wurde eine Itemanalyse vorgenommen, um die Items mit den höchsten Belastungswerten zu identifizieren. Diese waren, geordnet nach der Höhe der Belastung: *"Arbeit erledigen"*, *"Verständigung"*, *"Allein mit Problemen"* und *"Verhaltenskontrolle"*. Die Auswertung des zweiten sekundären Stressors *subjektives Normalitäts-Krise-Empfinden* ergab ein arithmetisches Mittel von 3.44 (n = 63; SD = 1.54; Min. = 1; Max. = 6.6). Die Ergebnisse zur Mediatorvariable *soziale Unterstützung* zeigten, dass sich 10 Personen (15%) nicht ausreichend und 9 Personen (13%) überhaupt nicht unterstützt fühlten.
Die Datenanalyse der PKS wies für die relevanteste Globalskala *Verbundenheit* einen durchschnittlichen Sten-Wert von 4.48 (SD = 2.23; n =66) auf. Hier lagen 26 Personen (39%) unter, 33 Personen (50%) im und 7 Personen (11%) über dem Normbereich. Bezüglich der *Lebenszufriedenheit* wurde ein leicht unterdurchschnittlicher Gesamtwert (M = 3.85; SD = 1.73; n = 59) und unterdurchschnittliche Werte für die Subskalen *Freizeit* (M = 3.42; SD = 2.03; n = 67) und *Sexualität* (M = 3.9; SD = 1.94; n = 63) ermittelt. 36 Personen (54%) wiesen bezüglich der Zufriedenheit mit ihrer Freizeit stark unterdurchschnittliche Werte auf; 26 Personen (39%) lagen im und 5 Personen (7) über dem Durchschnitt. Für die SCL-90-R-Skalen *Aggressivität*, *Ängstlichkeit* und *Depressivität* (n = 63) konnten durchschnittliche Werte an der oberen Grenze des Normbereiches ermittelt werden. Die Skala Depressivität dominierte mit dem höchsten Wert (M = 59.67; SD = 9.33; n = 66) und wurde in weiteren Rechnungen exemplarisch als Maß psychischer Belastung verwendet. Mindestens 19 Personen müssen als psychisch auffällig belastet eingestuft werden (nach Derogatis; Franke 2002: T > 62 bei mindestens zwei Skalen).
Um den Beitrag diverser Situations- und Belastungsfaktoren auf die Ausprägung der *Lebenszufriedenheit* (Gesamtwert FLZ) zu ermitteln, wurde eine Regressionsanalyse in schrittweiser Methode durchgeführt. In Anlehnung an das Stressmodell Pearlins (Pearlin et al., 1990) wurden folgende Faktoren als unabhängige Variablen in die Analyse aufgenommen:

- Kontextfaktoren: Beziehungs- und Erkrankungsdauer
- Objektive Stressoren: Pflegeumfang, psychische Unterstützung für die Hirngeschädigten, Selbstständigkeit der Hirngeschädigten

- Subjektive Stressoren: Subjektives Normalitäts-Krise-Empfinden, Pflegebelastung (SCB)
- Mediatorvariable: Zufriedenheit mit der Unterstützung durch Verwandte und Bekannte.

Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Tabelle 3 dargestellt.

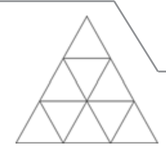
Tab. 3 Ergebnisse der Regressionsanalyse zur Vorhersage der Lebenszufriedenheit.

Step	Prädiktor	β
1	Normalitäts-Krise-Empfinden	-.450
	R^2_{korr} = .229; F = 16.13	df (Regr/Res) = 1/50; p(F) = .000
2	Selbstständigkeit	.311
	R^2_{korr} = .311; F = 12.53	df (Regr/Res) = 2/49; p(F) = .000

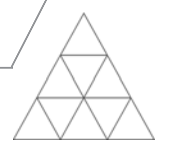
Als Prädiktorvariable für die *Lebenszufriedenheit* wurde das *subjektive Normalitäts-Krise-Empfinden* identifiziert (R^2_{korr} = .23). Demnach war eine hohe Lebenszufriedenheit zu 23% auf ein höheres Normalitätsempfinden zurückzuführen. Weitere 8% konnten auf ein höheres Maß an *Selbstständigkeit der erkrankten PartnerInnen* zurückgeführt werden. In einem zweiten Modell wurde der Einfluss der genannten unabhängigen Variablen auf die Varianz der Beziehungszufriedenheit der PartnerInnen untersucht. Hier wurde als einzige Prädiktorvariable die *alltagsbezogene Pflegebelastung* identifiziert (R^2_{korr} = .15). Für die zusätzliche Outcomevariable *psychische Belastung* konnte erneut das *subjektive Normalitäts-Krise-Empfinden* als Prädiktor ermittelt werden (R^2_{korr} = .36). Dieses Ergebnis ist jedoch auf Grund der hohen Korrelation der Lebenszufriedenheit mit der psychischen Belastung (Pearsons r = -.62; p = .00; n = 58) vorsichtig zu interpretieren.

Diskussion

Ziel der vorliegenden Pilotstudie war es, die Lebens- und Partnerschaftszufriedenheit der LebenspartnerInnen chronisch Hirngeschädigter zu untersuchen und im Zusammenhang mit diversen Belastungsparametern zu analysieren. Erste explorative Ergebnisse konnten ermittelt werden, wobei auf Grund des relativ kleinen Stichprobenumfangs (n = 67) eine Limitierung der statistischen Methoden - und damit einhergehend der Interpretationsmöglichkeiten - vorlag.
Die Exploration der Outcomevariable *Lebenszufriedenheit* ergab, dass die ProbandInnen der vorliegenden Studie leicht unter dem Normbereich lagen. Im Besonderen war die Zufriedenheit mit der Freizeit unterdurchschnittlich ausgeprägt; mehr als die Hälfte der Befragten (54%) wies hierbei stark unterdurchschnittliche Werte auf. Als zentrale Prädiktorvariable für die *Lebenszufriedenheit* wurde im Regressionsmodell der subjektive Stressor *subjektives Normalitäts-Krise-Empfinden* der PartnerInnen ermittelt. Das Maß der subjektiven Einschätzung der gesamten Lebenssituation bestimmt demnach, wie hoch die Lebenszufriedenheit ausgeprägt ist. Es ist jedoch kritisch anzumerken, dass der Einsatz der visuellen Analogskala einen ersten Versuch darstellte, die Krisenhaftigkeit der gesamten Lebenssituation in einem Wert zu erfassen. Dies ermöglichte es, ein klinisch hochrelevantes und subjektiv sicher bestimmbares Maß zu quantifizieren. Es kristallisiert



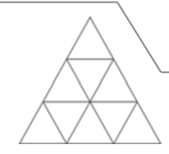
sich jedoch auch die Notwendigkeit heraus, das Konstrukt *subjektives Normalitäts-Krise-Empfinden* inhaltlich präziser zu bestimmen und insbesondere hinsichtlich inhaltlicher Überschneidungen mit Aspekten von Lebenszufriedenheit zu überprüfen. Während die Beziehungszufriedenheit vom subjektiven Erleben der Pflegebelastung abhängig scheint, zeigt sich die Lebenszufriedenheit unabhängig von der Pflegebelastung. Vor dem Hintergrund der hohen freizeitbezogenen Unzufriedenheit stellt hingegen die zweite Prädiktorvariable *Selbstständigkeit der Hirngeschädigten* für die Verbesserung der Lebenszufriedenheit der PartnerInnen einen zentralen Ansatzpunkt dar.
Bezüglich der zweiten Outcomevariable *Beziehungszufriedenheit* lagen 39% der PartnerInnen unter dem Normbereich. Diese durch die PKS (Schneewind & Kruse, 2002) ermittelte Variable wurde zu 15% durch die Prädiktorvariable *alltagsbezogene Pflegebelastung* aufgeklärt. Es ist davon auszugehen, dass höhere alltagsbezogene Belastungen als Folge der chronischen Krankheit zu einer geringeren Partnerschaftszufriedenheit der LebenspartnerInnen führen können. Für den Großteil der PartnerInnen entsteht eine mit vermehrten Belastungen einhergehende Doppelrolle. Einerseits befinden sie sich in ihrer Rolle als Ehe- und/oder LebenspartnerIn, die mit Ängsten und Hoffnungen und eigenen, unter Umständen schwieriger zu erfüllenden, Bedürfnissen verbunden ist. Andererseits finden sie sich in der neuen Rolle als "Angehörige/r" wieder. Dadurch werden sie mit Diagnosen, gesellschaftlichen Erwartungen, Ängsten und Bedürfnissen seitens der Hirngeschädigten konfrontiert.
Die Berechnung und Analyse der *psychischen Belastung* (repräsentiert durch die Skala Depressivität) diente der Ergänzung der Ergebnisse. Auch das Ausmaß der Depressivität wurde nicht signifikant durch Kontextfaktoren, objektive Faktoren sowie die Mediatorvariable *soziale Unterstützung* determiniert. Die Relevanz vor allem depressiver Symptome als Folgebelastung einer chronischen Krankheit kristallisiert sich jedoch heraus. Für die Arbeit mit pflegenden und unterstützend tätigen PartnerInnen ist dieses Ergebnis nicht nur auf Grund der von Gillen et al. (1998) hervorgehobenen Argumentation - der durch die Depression eingeschränkten Fähigkeit zu pflegen und somit der negativen Beeinflussung des Rehabilitations-Prozesses - relevant: Weitaus wichtiger erscheint hier, die psychische Gesundheit der durch die chronische Krankheit belasteten Angehörigen zu erhalten bzw. wieder herzustellen. Mindestens 19 Personen wiesen die Kriterien einer psychisch auffälligen Belastung auf. Da hierfür das Derogatis-Kriterium (nach Franke, 2002) als Richtlinie galt, obwohl nur vier der neun Original-Skalen eingesetzt wurden, handelt es sich bei der ermittelten Anzahl von "psychisch Belasteten" somit um eine sehr konservative Schätzung im Hinblick auf die Gesamtstichprobe.
Den hier dargestellten Ergebnissen liegt eine äußert heterogene Stichprobe zu Grunde. Diese Heterogenität bezieht sich nicht nur auf die Art der Hirnschädigung der Betroffenen, sondern findet sich auch in den unterschiedlichen Zeitdimensionen wieder. Sowohl die kürzeste und längste Beziehungsdauer (range: 1-55 Jahre) als auch die verschiedenen Erkrankungszeiträume liegen weit auseinander (range: 1-27 Jahre). Es ist davon auszugehen, dass sich das über längere Zeiträume verändernde Belastungsgefüge der unterschiedlichen Partnerschaften somit nicht differenziert in der vorliegenden, relativ kleinen Stichprobe erfassen lässt. Zusätzlich sei auf das Problem der Stichprobenselektion verwiesen. Die Daten wurden anonym und postalisch über Fragebögen erfasst,



wobei zu überprüfen ist, inwieweit stärker belastete PartnerInnen erreicht werden konnten bzw. die zusätzliche Belastung der Fragebogenbeantwortung auf sich nahmen. Andererseits ist auch in dem Sinne ein Selektionsbias denkbar, als dass primär stärker belastete PartnerInnen Selbsthilfegruppen aufsuchen. Bislang lag der Fokus der Angehörigenforschung auf der Untersuchung *pflegender* Angehöriger (z.B. Gillen et al., 1998; Lämmler, 2000; Vitaliano et al., 1991a). Im Gegensatz dazu stehen mit der vorliegenden Studie nun Ergebnisse zur Verfügung, die sowohl aus den Angaben pflegender PartnerInnen als auch von PartnerInnen, die vor allem psychische und strukturierende Unterstützung leisten, resultieren. Als wichtiges Ergebnis ist daher festzuhalten, dass psychische Belastungen auch aus Stressoren resultieren, die jenseits rein pflegebezogener Belastungen und damit im größeren Kontext der chronischen Krankheit anzusiedeln sind. Aufgabe der Professionellen muss sein, eine mit der Akutbehandlung beginnende, konstante Begleitung und Koordinierung der verschiedensten Unterstützungs- und Entlastungsmaßnahmen auch für die Angehörigen zu gewährleisten. Grundlage hierfür ist die sozialrechtlich abgesicherte Kostenübernahme und Gewährleistung relevanter Hilfen. Eine dafür jedoch erforderliche, sozialrechtliche Anerkennung der Notwendigkeit einer Einbindung von Angehörigen in den Rehabilitationsprozess und die Schaffung individueller, langfristiger Hilfsmöglichkeiten steht in Deutschland noch aus. Neben einer psychotherapeutischen Begleitung der "hirngeschädigten Familie" (Brooks, 1991 und Lezak, 1988; nach Neumann-Zielke, 2003) in der Akutphase, könnte es Aufgabe klinischer NeuropsychologInnen sein, als AnsprechpartnerInnen und koordinierende Professionelle zu fungieren (Wendel, 2005a).
Um zukünftig Schlussfolgerungen über das komplexe Belastungsgefüge und Ansatzpunkte für Interventionen ermitteln zu können, sind Verlaufsuntersuchungen von Beginn der Erkrankung bis in die ambulante Rehabilitation und häusliche Wiedereingliederung notwendig. Im Hinblick auf eine Verbesserung der Angehörigenforschung ist zusammenfassend festzuhalten, dass die subjektive Perspektive der Betroffenen weiter in den Mittelpunkt rücken muss und hierzu auch qualitative Verfahren vermehrt eingesetzt werden sollten. Als theoretische Grundlage könnte hierfür das Stressmodell von Schönberger und von Kardoff (2004) herangezogen werden, welches eine Perspektivenerweiterung fordert und medizinisch-psychologische, familien-soziologische, rollentheoretische und biographische Überlegungen integriert. Die vorliegende Studie stellt durch die Fokussierung auf die spezielle Situation von PartnerInnen chronisch Hirngeschädigter und auf Grund der Erhebung vielfältiger objektiver und differenzierter subjektiver Variablen eine erste Perspektivenerweiterung im Sinne des "lebensweltorientierten Ansatzes" (ebd.) dar.

Ausgewählte Literatur

[1] Bengel, J., Beutel, M., Broda, M., Haag, G., Härter, M., Lucius-Hoene, G., Muthny, F. A., Potreck-Rose, F., Stegie, R. & Weis, J. (2003). Chronische Erkrankungen, psychische Belastung und Krankheitsbewältigung. Herausforderungen für eine psychosoziale Versorgung in der Medizin. Psychotherapie, Psychosomatik und Medizinische Psychologie, 53, 83-93.
[2] Dinkel, A. & Balck, F. (2003). Bedürfnisse der Angehörigen von Schädelhirntrauma-Patienten im Rehabilitationsprozess: Ein Literaturüberblick. Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation, 62, 138-156.

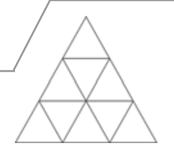


[3] Gillen, R., Tennen, H., Affleck, G. & Steinpries, R. (1998). Distress, Depressive Symptoms, and Depressive Disorder among Caregivers of Patients with Brain Injury. Journal of Head Trauma Rehabilitation, 13 (3), 31-43.
[4] Kardoff, E. von & Schönberger, C. (2005). Angehörige in der Rehabilitation: Voraussetzungen für eine professionelle Begleitung in eine neue Realität. In: C. Wendel, S. Heel, G. Lucius-Hoene & W. Fries (Hrsg.), Zukunftswerkstatt Klinische Neuropsychologie. Therapeutische Verortungen und Visionen (S. 133-154). Regensburg: Roderer.
[5] Pearlin, L. I., Mullan, J. T., Semple, S. J., Skaff, M. M. (1990). Caregiving and the Stress Process: An Overview of Concepts and Their Measures. The Gerontologist, 30 (5), 583-594.
[6] Wendel, C. (2005a). Kontextualisierung und Rückversicherung. Über die Arbeit mit Angehörigen in der Neuropsychologie. In: C. Wendel, S. Heel, G. Lucius-Hoene & W. Fries (Hrsg.), Zukunftswerkstatt Klinische Neuropsychologie. Therapeutische Verortungen und Visionen. Regensburg: Roderer.
[7] Vitaliano, P. P., Russo, J., Young, H. M., Teri, L. & Maturo, R. D. (1991a). Predictors of Burden in Spouse Caregivers of Individuals with Alzheimer´s Disease. Psychology and Aging, 6 (3), 392-402.

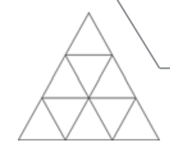
Korrespondenzanschrift:

Dipl.-Reha.-Psych. (FH) E. Hämmerling
Asklepios Klinik Schaufling - Hausstein 2 - 94571 Schaufling;
e.haemmerling@asklepios.de

[1] Vollständige Publikation speziell zur Beziehungszufriedenheit und psychosozialen Belastungen: Hämmerling, E. & Wendel, C. (2006). Beziehungszufriedenheit von PartnerInnen chronisch Hirngeschädigter. Zeitschrift für Neuropsychologie, 17, 113-121.
[2] Wir bedanken uns an dieser Stelle bei PD Dr. P. Vetter für die freundliche Überlassung der deutschen Version des Screen for Caregiver Burden.



Angewandte Naturwissenschaften



M. Matschuk / M. Jäger / Th. Pomorski / Th. Schnelle / F. Wildenauer

Charakterisierung von Proteinkomplexen und lebenden Zellen mittels Elektrorotationsspektroskopie

Maria Matschuk, Tel.: (03375) 950 655, E-Mail: maria_matschuk@yahoo.de, Technische Fachhochschule Wildau, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

Mit Hilfe von elektrischen Gleich- und Wechselfelder können biologische und artifizielle Partikel analysiert und manipuliert werden (Elektroorientierung, Elektrophorese, Dielektrophorese, Elektrorotation, Elektrodeformation, Wanderwellen-Dielektrophorese, Elektroporation, Zellsammlung). So wurden die dielektrischen Eigenschaften von Partikeln mit Hilfe der Dielektrophorese und Elektrorotation umfassend untersucht und werden inzwischen häufig zur Charakterisierung derselben verwendet.
Bei der Elektrorotationsspektroskopie werden aus der frequenzabhängigen Rotationsrichtung und -geschwindigkeit eines Partikels in einem rotierenden elektrischen Feld ein Spektrum erstellt, mit dem die dielektrischen Eigenschaften von Partikeln bestimmt werden können. Mit Hilfe der Elektrorotation können die dielektrischen Eigenschaften biologische Objekte wie z.B. Forisomen oder Hefezellen charakterisiert werden.

Die Elektrorotation basiert auf der Polarisation von Ladungen an den Materialgrenzflächen eines Partikels zum externen Medium durch ein rotierendes elektrisches Feld. Die Rotation des elektrischen Feldes wird durch eine phasenverschoben Ansteuerung der Elektroden erzeugt. Wenn das externe elektrische Feld schneller rotiert als sich die induzierten Polarisationsladungen des Partikels neu ausrichten können, beginnt sich das Partikel mit einer Phasenverschiebung relativ zur Anregung zu drehen. Diese Phasenverschiebung entsteht durch die Zeit, welche die Polarisation der induzierten Ladungen eines Teilchens in Anspruch nimmt (Relaxationszeit). Das induzierte Dipolmoment rotiert mit der Frequenz des äußeren elektrischen Feld, besitzt aber für jede Messfrequenz eine spezifische Phasenverschiebung. Für eine feste Frequenz erzeugt die Wechselwirkung des Dipolmoments mit dem äußeren Feld ein konstantes Drehmoment, welches das Partikel zur Rotation anregt (Abbildung 1). Die Rotationsgeschwindigkeit ist abhängig von der Größe des induzierten Dipolmoments sowie von der hydrodynamischen Reibung, wobei nur der Imaginärteil (Phasenverschiebung) des Dipolmoments für das Drehmoment relevant ist [z.B. Müller 1990].

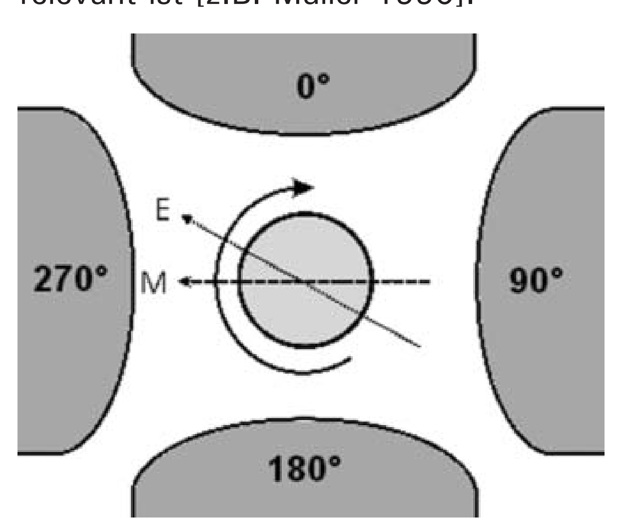
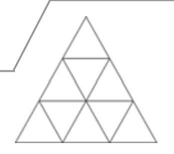


Abbildung 1:
Schema eines polarisierten Partikels in einem Rotationsfeld (erzeugt durch 4- bzw. 8-Elektrodenanordnung)



M. Matschuk / M. Jäger / Th. Pomorski / Th. Schnelle / F. Wildenauer

Diese Masterarbeit beschäftigte sich mit der Charakterisierung der dielektrischen Eigenschaften von Forisomen (Proteinkomplexe) zur Aufklärung ihrer Struktur und der Entwicklung eines Screening-Assays zur Identifizierung von Lipidtransportern in der Plasmamembran von Hefezellen (*Saccharomyces cerevisiae*). Dafür wurden mit Hilfe der Elektrorotation die charakteristischen Spektren der Untersuchungsobjekte aufgenommen und ihre dielektrischen Eigenschaften modelliert. Die Rotationsspektren wurden in einem geschlossenen Chipsystem mit einer dreidimensionalen Elektrodenanordnung gemessen und mit verschiedenen Modellen analysiert. Während die Forisomen als homogene, sphärische Partikel modelliert werden konnten, musste für die Auswertung der Hefezellen das einschalige (Zellen ohne Zellwand) bzw. zweischalige Kugelmodell (Zellen mit Zellwand) verwendet werden.

Forisomen (lat. *foris* = "Torflügel") sind stabile Proteinaggregate der Bohnenpflanze (Fabaceae), die induziert durch Kalzium oder pH-Wert-Änderungen, ihre Konformation reversibel von einem "gestreckten" (dünn und lang) in einen "kontrahierten" Zustand (dick und kurz) ändern können (Abbildung 2). Die Konformationsänderung benötigt kein ATP als Energiequelle und kann selbst unter extremen Bedingungen (zum Beispiel niedrige oder hohe Temperaturen, destilliertes Wasser) stattfinden. Dadurch sind vielseitige technische Anwendungen im Bereich der Mikrosystemtechnik (beispielsweise als Schalter in einem Mikrosystem) denkbar. Zunächst ist jedoch eine genauere Charakterisierung der Eigenschaften und Struktur der Forisomen unabdingbar. Durch die Analyse des Rotationsverhaltens können die dielektrischen Eigenschaften (Dielektrizitätskonstante und Leitfähigkeit) berechnet und Rückschlüsse auf die Struktur gezogen werden.

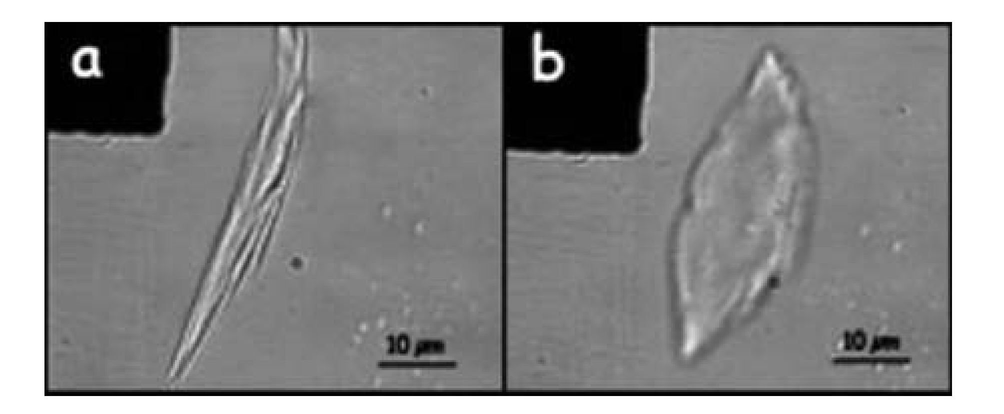
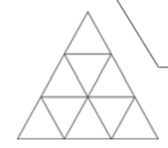


Abbildung 2: Lichtmikroskopische Aufnahme eines Forisoms im gestreckten Zustand (a) und kontrahierten Zustand (b) vor einer schwarzen Mikroelektrode [Uhlig 2004]

Die Bäckerhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) stellt einen der wohl am umfangreichsten erforschten Organismen dar und wird häufig als Modellorganismus für eukaryontische Zellen verwendet. In diesem Fall wurde sie zur Untersuchung der transversalen Lipidverteilung in eukaryontischen Membranen genutzt. Die transversale Lipidverteilung wird durch membranständige Proteine bestimmt, welche die Lipide zwischen den beiden Seiten der Doppellipidschicht transportieren: in Richtung der cytoplasmatische Membranhälfte (Flippase), in Richtung der extrazellulären Membranhälfte (Floppase) oder unspezifisch in beide Richtungen (Scramblase) (Abbildung 3). Die Identifikation und Charakterisierung dieser Transporter ist gegenwärtig ein hochaktuelles Forschungsthema in der Zellbiologie.



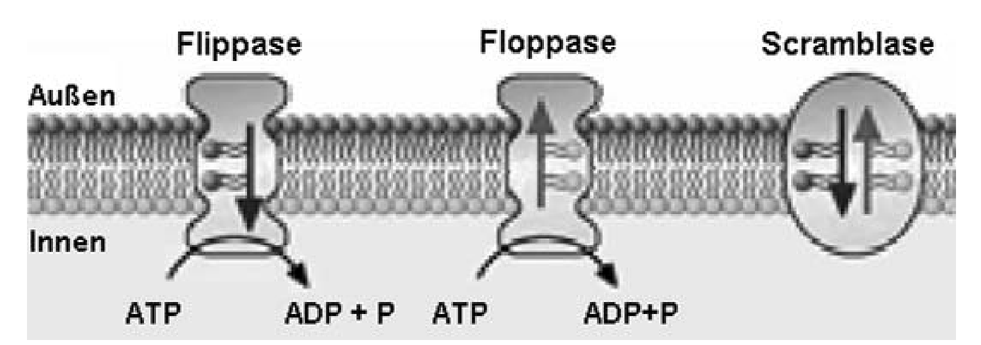


Abbildung 3: Transportmechanismen von Phospholipiden [Esterl 2006]

Die dielektrischen Eigenschaften einer Zelle werden unter anderem durch die Konzentration der verschiedenen Lipide in der Plasmamembran bestimmt. Die Lipide unterscheiden sich in ihrem Aufbau und ihrer Ladung, wodurch sie die Polarisierbarkeit der Zelle maßgeblich beeinflussen. Diese Veränderung lässt sich mittels Elektrorotation bestimmen. Um die Elektrorotation für die Identifizierung von unbekannten Lipidtransportern verwenden zu können, musste geprüft werden, ob diese Methode eine geeignete Technik zum Nachweis von Veränderungen der Lipidstruktur der Plasmamembran darstellt. Daher wurden die Elektrorotationsspektren von Wildtypen und Mutanten mit bekannten Eigenschaften aufgenommen und miteinander verglichen. Der Hefemutante fehlen die Gene für drei bekannte Flippasen (P-Typ ATPasen: Dnf1p, Dnf2p, Drs2p), welche Phosphatidylserin, ethanolamin und cholin von der extrazellulären beziehungsweise lumenalen auf die cytoplasmatische Membranseite transportieren.

Mit Hilfe der Elektrorotation konnten die dielektrischen Eigenschaften der Forisomen untersucht und erste Ausführungen zur Entwicklung eines Screening-Assays für die Identifizierung von Lipidtransportern beziehungsweise von Proteinen, welche die dielektrischen Eigenschaften der Hefezelle beeinflussen, präsentiert werden.

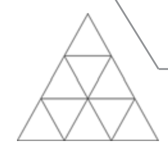
Die Elektrorotationsspektren der *Forisomen* konnten teilweise an das Modell angepasst werden, so dass die dielektrischen Eigenschaften zwar nicht präzise berechnet, aber eine Abschätzung der Werte möglich wurde. Während die Leitfähigkeit unter 0,2 S/m liegt, nimmt die Dielektrizitätskonstante einen Wert zwischen 10 und 60 an. Die Auswertung der Elektrorotation legt die Vermutung nahe, dass sich die Forisomen nicht mit dem verwendeten, homogenen Kugelmodell berechnen lassen. Forisomen rotieren in dem untersuchten Frequenzbereich entgegen dem externen elektrischen Feld und zeigen die für ein- oder mehrschalige Objekte typische Rotationsspektren. Weiterhin zeigen die Forisomen im Verlauf der Rotationsspektren meist einen Doppelgipfel, der sich möglicherweise mit einer Dispersion des Proteinkomplexes erklären lässt. In diesem Fall müssten die dielektrischen Eigenschaften frequenzabhängig (statt wie bisher frequenzunabhängig) modelliert werden, wodurch sich die Genauigkeit der ermittelten Werte verbessern sollte. Es sollte möglich sein, die dielektrischen Eigenschaften mit einem komplexeren Modell genau charakterisieren zu können.

Die Elektrorotationsspektren der beiden *Hefestämme* (Wildtyp und Mutante) konnten an das Modell angepasst werden. Die Ergebnisse lieferten verschiedene Ansätze für die Entwicklung eines Screening-Assays. Gleichzeitig wurden einige denkbare Anwendungen für solche Screening-Methoden aufgezeigt. Beispielsweise könnten mit Hilfe der Elektrorotation Zufallsmutanten selektiert werden, bei denen die Mutation eine

Auswirkung auf die dielektrischen Eigenschaften der Zellwand, Zellmembran und / oder des Cytoplasmas haben. An diesen Zellen könnten anschließend weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um die Mutation zu lokalisieren und charakterisieren. Ausserdem könnten mit dieser Methode Proteinen identifiziert werden, welche die dielektrischen Eigenschaften der Zellen verändern.
Bei der Entwicklung eines Screening-Assays müssen folgende Schwierigkeiten berücksichtigt werden: (1) Spezifität der Transporter für bestimmte Lipide; (2) Ausfall eines Transporterproteins kann Auswirkungen auf die Zellmembran, Zellwand und/oder das Cytoplasma haben; (3) Auswirkung einer Mutation auf die dielektrischen Eigenschaften (Lipidtransporter mit/ohne Auswirkung, andere Proteine mit/ohne Auswirkung).
Die Auswirkung von Mutationen ist selbst bei bekannten Lipidtransportern bisher noch nicht untersucht worden. Es wurde zunächst vermutet, dass sich durch einen Ausfall von beispielsweise Dnf1p, Dnf2p, Drs2p primär die dielektrischen Eigenschaften Zellmembran verändert und sich ein Mutant ohne diese Proteine mittels Elektrorotation von einem Wildtyp unterscheiden lässt. Lipidtransporter sind darüber hinaus an der Regulation des vesikulären Transports beteiligt. Die einzelnen Bestandteile der Zellwand werden mit Hilfe von Vesikeln vom Ort ihrer Synthese antransportiert. Dadurch kann der Ausfall von Lipidtransportern die Zusammensetzung und damit möglicherweise die Polarisierung der Zellwand verändern. Die Elektrorotation der Hefezellen mit und ohne Zellwand in einem Puffer mit einer Leitfähigkeit von 0,122 S/m unterstützen diese Theorie: Wildtyp und Mutante mit Zellwand rotieren verschieden, während bei den Spheroplasten kein Unterschied zu erkennen ist.
Die Methode der Elektrorotation kann für den Aufbau eines Screening-Assays verwendet werden. Obwohl die dielektrischen Eigenschaften der beiden Hefestämme nicht genau berechnet werden konnten, unterscheiden sich Wildtyp und Mutante voneinander. Dieses Ergebnis wurde mit einer Veränderung der Zellmembran und der Zellwand durch den Ausfall der drei Lipidtransporter bei der Mutante begründet. Die untersuchte Datenmenge ist momentan allerdings noch zu gering, um eine exakte Aussagen bezüglich der Art der Veränderungen treffen zu können. Für die Entwicklung einer genauen Screening-Methode müssen zunächst weitere Untersuchungen an Hefezellen mit bekannten Mutationen durchgeführt werden.

Literatur

[1] T. Müller, "Messung und Interpretation von Elektrorotationsdaten an drei ausgewählten Beispielen", Humboldt-Universität zu Berlin (Dissertation), 1990;
[2] T. Schnelle, T. Müller, G. Fuhr, "Dielektric singel particle spectroscopy for measurement of dispersion", Medical & Biological Engineering & Computing, Cellular Engineering, 1999



J. Richter

Verbesserung des Resistenzverhaltens der Arzneipflanze Johanniskraut (*Hypericum perforatum L.*) durch Mykorrhizierung

Jana Richter, Tel.: (03471) 3551237, E-Mail: jrichter@loel.hs-anhalt.de, Hochschule Anhalt (FH), Bernburger Str. 55, 06366 Köthen

Im Heilpflanzenbau ist der Anbau von Johanniskraut (Hypericum perforatum) pharmakologisch von besonderem Interesse. Allerdings ist das Auftreten der Johanniskrautwelke durch den Pilz *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* in den letzten Jahren ein ernstzunehmendes Problem geworden, zumal chemische Bekämpfungsmaßnahmen dieses Erregers nur in sehr begrenztem Maße zur Verfügung stehen. [GÄRBER, 2003; SCHOLZE et al., 2001]

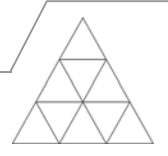
Als biologischer Bodenhilfsstoff könnte der gezielte Einsatz arbuskulärer Mykorrhizapilze den Anbauproblemen des Johanniskrauts entgegenwirken. Unter Mykorrhiza wird die Symbiose von Pflanzen mit Bodenpilzen verstanden, wobei der Pilz mit seinen Pilzhyphen (Myzel) an der Pflanzenwurzel den Kontakt zwischen dem Boden, den Mikroorganismen und der Pflanze verbessert und durch sein weites Hyphennetz den Einzugsbereich der Pflanzenwurzel für die Nährstoffaufnahme aus dem Boden erweitert.

Vor dem Hintergrund, dass arbuskuläre Mykorrhizapilze die Toleranz einiger Kulturpflanzen gegenüber verschiedenen Welkeerregern, wie *Fusarium* spec. und *Verticillium* spec., erhöhen können, erschien der Aspekt, die durch *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* verursachte Johanniskrautwelke durch gezielte Mykorrhizierung zu vermindern, als besonders interessant.

Eine zentrale Rolle bei der pflanzlichen Abwehr spielen reaktive Sauerstoffmoleküle (ROS, reactive oxygen species), wie das Superoxid-Radikal (O_2^-) oder Wasserstoffperoxid (H_2O_2). Diese kurzlebigen und in großen Mengen zelltoxischen Verbindungen werden innerhalb kürzester Zeit nach dem Auftreten von biotischem oder abiotischem Stress verstärkt gebildet und sind in eine Vielzahl von Abwehrprozessen, wie den hypersensitiven Zelltod, die Phytoalexinsynthese oder die oxidative Vernetzung von Zellwandproteinen, involviert. Doch ROS besitzen auch toxische Wirkungen auf die Zellen der Pflanze und deren Kompartimente und sind dabei ursächlich beteiligt am Auftreten von abiotischem und biotischem Stress und auch an der Seneszenz von Pflanzen. Oxidativer Stress wird durch Umweltfaktoren (Luftverschmutzungen, Herbizide, Schwermetalle, Trockenheit, Hitze oder Kälte, UV-Strahlungen) sowie durch Pathogenbefall oder Seneszenz verursacht. Als Ursachen für oxidativen Stress kommen unkontrollierte Generierung oder auch unzureichender Abbau von ROS in Frage. Zur Regulation der ROS besitzen Pflanzen deshalb effektive antioxidative Abwehrsysteme, die für den Abbau erhöhter Konzentrationen dieser zelltoxischen Moleküle verantwortlich sind. Der bedeutendste antioxidative Stoffwechselkreislauf ist der Ascorbat-Glutathion-Zyklus. [BUCHANAN et al., 2000]

Um den Einfluss von arbuskulären Mykorrhizapilzen auf die Pflanzengesundheit in Heil- und Gewürzpflanzen zu ermitteln, sollten die Aktivitäten von Enzymen und Antioxidantien des Ascorbat-Glutathion-Zyklus von gesunden und befallenen Pflanzen in Abhängigkeit von einer vorherigen Mykorrhizierung der Pflanzenwurzeln gegenübergestellt werden. Der antioxidative Status der Pflanzen sollte dazu am Beispiel des Johanniskrauts bei Befall mit dem Erreger der Johanniskrautwelke (*Colletotrichum* cf.

gloeosporioides) berücksichtigt werden.
In den durchgeführten Versuchen anhand des Pathosystems Johanniskraut - *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* wurden im Gewächshausversuch infolge einer Mykorrhizierung zunächst phänotypisch positive Effekte auf die Toleranz der Pflanzen gegenüber dem Welkeerreger beobachtet (vgl. Abb. 1). Bereits 10 Tage nach der Inokulation mit 25 ml einer Konidiensuspension von *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* einer Konididendichte von 10^3/ml sind in der nicht mykorrhizierten Pflanze deutliche Welkesymptome bei der behandelten Variante (rechte Pflanze im linken Bild) zu erkennen. Dagegen halten die zuvor mit dem AMykor®-Blähton mykorrhizierten Johanniskrautpflanzen (Abb. 1, rechtes Bild) dem Befall mit dem Erreger deutlich besser stand und weisen auch nach der Beimpfung nahezu keine Welkesymptome auf.



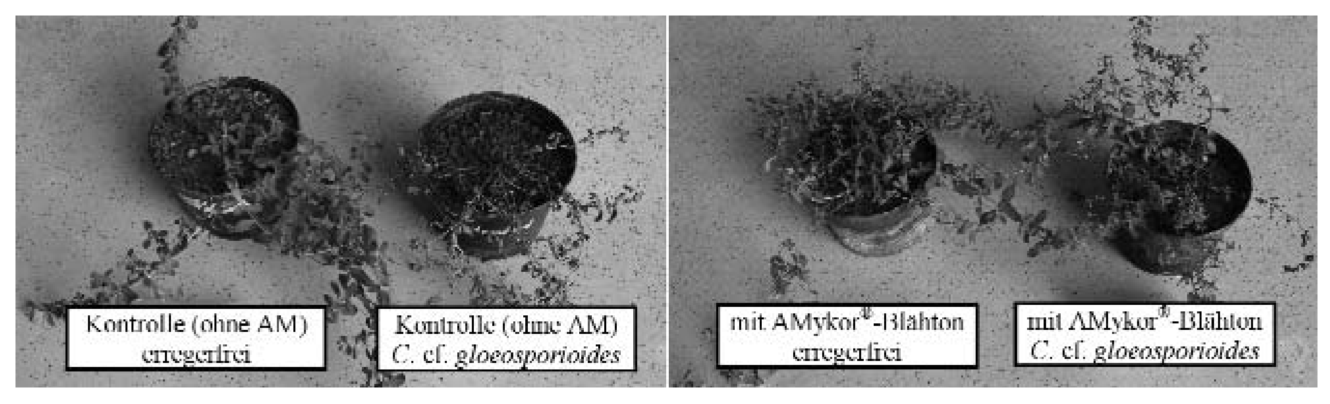


Abb. 1: Vergleich nicht mykorrhizierter Pflanzen (Bild links) und mykorrhizierter Pflanzen (Bild rechts) jeweils ohne (linke Pflanze) bzw. mit (rechte Pflanze) Erregerbeimpfung

Außerdem konnte bei zwei Johanniskrautsorten unterschiedlicher Toleranzstufen das Krautgewicht durch vorherige Mykorrhizierung mit dem AMykor®-Blähton sowohl bei gesunden als auch bei befallenen Pflanzen signifikant gesteigert werden (vgl. Abb. 2).

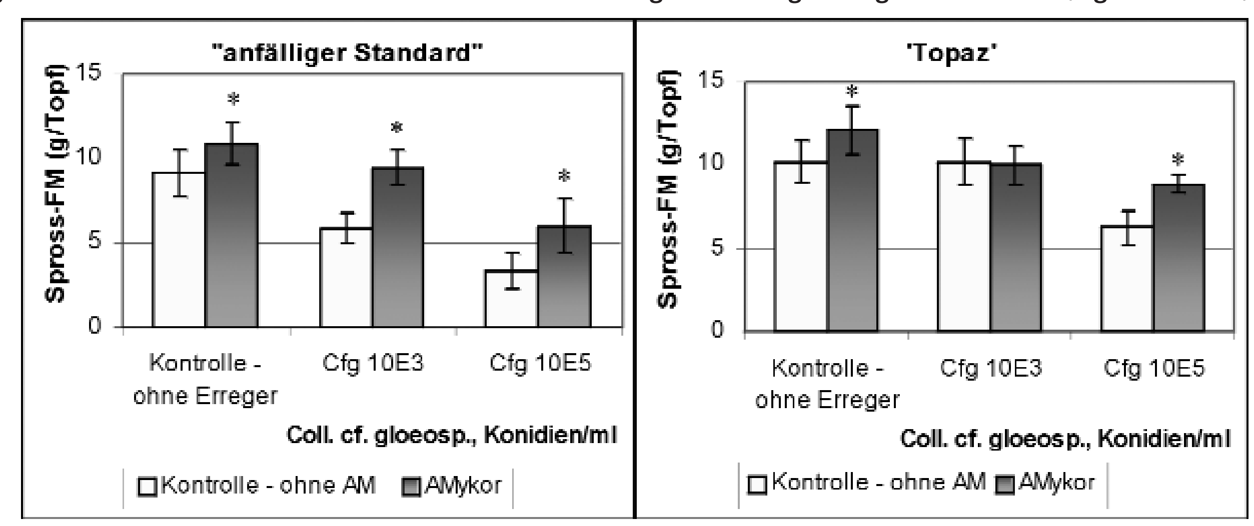
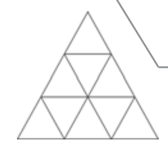


Abb. 2: Biomasse (frisches Sprossgewicht in g/Topf) in Abhängigkeit von Mykorrhizierung und Erregerbeimpfung (Cfg) 30 DAT (MW ± SD, n = 6)

Bei der "anfälligen Standardsorte" (Bild links) hat die Mykorrhizierung bereits anhand der gesunden Kontrollvariante (ohne Erreger) zu leicht erhöhten Biomasseerträgen geführt. Die durch den Erregerbefall im Wachstum beeinträchtigten Töpfe wiesen in den my-



korrhizierten Varianten ebenfalls deutlich höhere Erträge auf.
Auch bei der toleranten Johanniskrautsorte ‚Topaz' (Bild rechts) war schon anhand der gesunden Pflanzen bei Mykorrhizierung ein besseres Wachstum, gemessen an der Biomasse, zu erkennen. In den nicht mykorrhizierten Pflanzen dieser Sorte führte eine Beimpfung mit der geringeren Erregerkonzentration von 10^3 Konidien pro ml noch nicht zu Ertragsverlusten. Bei höherer Erregerkonzentration von 105 Konidien pro ml dagegen wiesen auch die nicht mykorrhizierten Kontrollpflanzen der Sorte ‚Topaz' ein beeinträchtigtes Wachstum auf. Die Mykorrhizierung konnte aber auch bei der Sorte ‚Topaz' die Wachstumshemmung etwas unterdrücken.
Diese äußerlich sichtbaren Merkmale einer gesteigerten Toleranz gegenüber *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* wurden durch die Messung von Enzymen und Antioxidantien des antioxidativen Systems der Pflanzen analytisch untermauert.
Insbesondere der Ascorbat-Kreislauf zeigte sich in Johanniskraut deutlich vom Befall mit dem Welkeerreger beeinflusst. Dabei wurden die Aktivitäten der H_2O_2 abbauenden Ascorbat-Peroxidase (APX) (vgl. Abb. 3) sowie der Monodehydroascorbat-Reduktase (MDHAR) (ohne Abb.) nach Pathogen-Inokulation deutlich gesenkt. Von der Mykorrhizierung wurden die Enzymaktivitäten wiederum positiv beeinflusst.

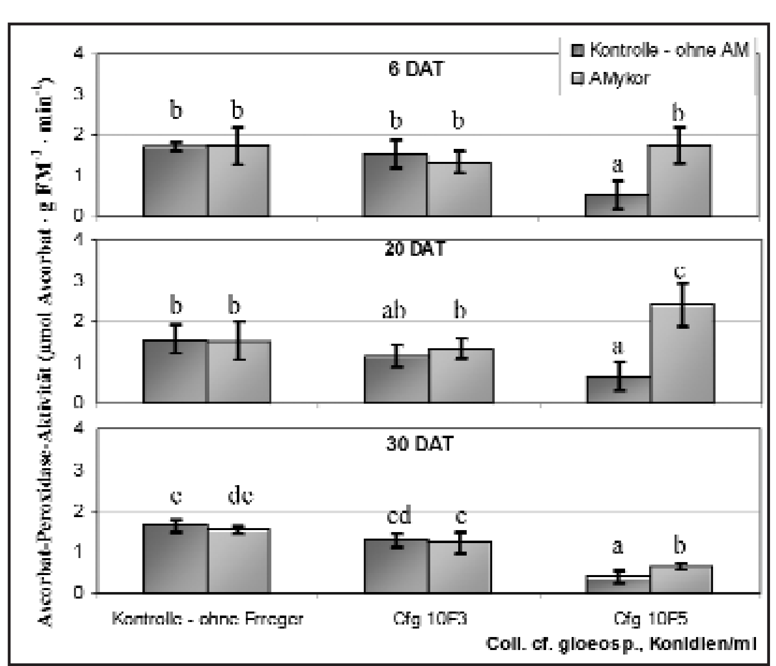
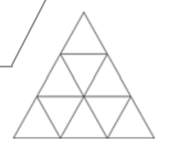
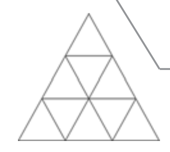


Abb. 3: Ascorbat-Peroxidase-Aktivität in Abhängigkeit von Mykorrhizierung und Erregerbeimpfung (Cfg) jeweils 6, 20 und 30 DAT (MW ± SD, n = 4)

Die niedrige Erregerkonzentration hatte in den nicht mykorrhizierten Kontrollpflanzen zunächst noch keine nennenswerten Wirkungen auf die APX-Aktivität der Pflanzen. Nach 30 Tagen kam es jedoch in den mit 10^3 Konidien/ml des Erregers beimpften Pflanzen zu einer Senkung der APX-Aktivität. Hohe Erregerkonzentrationen wirkten sich bereits nach 6 Tagen negativ auf die APX-Aktivität aus. Bei den geringen Effekten der niedrigen Erregerkonzentration zeigten mykorrhizierte Pflanzen noch keinen Unterschied der APX-Aktivität zu nicht mykorrhizierten Kontrollpflanzen. Die Abbildung zeigt aber, dass insbesondere bei der durch starken Erregerbefall beeinträchtigten Aktivität der APX eine vorherige Mykorrhizierung deutliche Wirkungen hat. Bei Beimpfung mit 10^3 Konidien/ml konnte schon 6 Tage nach der Erregerbeimpfung im Vergleich zur nicht mykorrhizierten Kontrolle die Aktivität der APX aufrecht gehalten werden. Nach 20



Tagen zeigte sie sich sogar erhöht gegenüber der nicht befallenen Kontrolle. Auch 30 Tage nach Pathogenbefall konnte die APX-Aktivität der mykorrhizierten Pflanzen gegenüber der nicht mykorrhizierten Kontrolle noch stabilisiert werden.
Von dem hier beschriebenen Aktivitätsrückgang der Enzyme des Ascorbat-Zyklus war gleichermaßen das beteiligte Antioxidanz Ascorbinsäure betroffen (vgl. Abb. 4). Die Messwerte des reduzierten Ascorbats (AsA) waren in den nicht mykorrhizierten Kontrollpflanzen zu allen Messzeitpunkten nach Erregerbefall deutlich gesunken. Dabei war bei der hohen Erregerkonzentration eine noch stärkere Reduktion der AsA-Konzentration zu verzeichnen als bei der niedrigeren Erregerkonzentration.
In den mykorrhizierten Johanniskrautpflanzen blieben die AsA-Gehalte dagegen auch bei Erregerbefall nach 10 und 20 Tagen noch stabil. Nach 30 Tagen hatten die Gehalte an AsA in den mit hoher Erregerkonzentration beimpften Pflanzen ebenfalls abgenommen, lagen aber immer noch deutlich höher als in den nicht mykorrhizierten Pflanzen.
Die Messwerte für oxidiertes Ascorbat (DAsA) wiesen sowohl bei den nicht mykorrhizierten Kontrollpflanzen als auch bei den zuvor mykorrhizierten Pflanzen insbesondere nach 10 und 20 Tagen noch deutliche Schwankungen auf, was auf eine rege Umwandlung der Substanzen hindeutete. Nach 30 Tagen hatte sich dann aber bei der nicht mykorrhizierten Kontrolle besonders bei der hohen Erregerkonzentration das Gleichgewicht deutlich zugunsten des DAsA verschoben. In den mykorrhizierten Pflanzen dagegen konnte das Gleichgewicht AsA/DAsA , wie aus der Abbildung abzuschätzen ist, zumindest bei der niedrigeren Erregerkonzentration noch sehr gut aufrecht erhalten werden und auch bei der hohen Erregerkonzentration war es nur leicht zugunsten des DAsA verschoben.
Somit spielt der Ascorbat-Zyklus eine entscheidende Rolle in der Abwehr der Johanniskrautpflanzen gegenüber dem Erreger Colletotrichum cf. gloeosporioides. Bei Erregerbefall wird der Abbau von H2O2 und damit von ROS über den Ascorbat-Weg zunächst beeinträchtigt und schließlich völlig eingestellt. Die vorherige Mykorrhizierung der Pflanzen konnte den weiteren Abbau von ROS durch die Aufrechterhaltung des Enzymsystems ermöglichen und damit den Gesundheitszustand der Johanniskrautpflanzen offensichtlich deutlich verbessern.
Auch auf die Enzyme des Glutathion-Kreislaufs konnten in Abhängigkeit von Pathogenbefall und Mykorrhizierung deutliche Einflüsse ermittelt werden. Die zur Regeneration von oxidiertem Glutathion (GSSG) nötige Glutathion-Reduktase (GR) zeigt nach Pathogenbefall verringerte Aktivitäten in nicht mykorrhizierten Kontrollpflanzen. Stabilisierte oder gar erhöhte GR-Aktivitäten wurden dagegen in zuvor mykorrhizierten Johanniskrautpflanzen gefunden. Damit wird für diese Pflanzen der Abbau von stressbedingt auftretenden Radikalen im Glutathion-Zyklus sichergestellt (ohne Abb.).
ROS sind Motoren der Lipidperoxidation, die letztendlich zu strukturellen Modifikationen komplexer Lipid-Protein-Gebilde, wie Biomembranen und Lipoproteinen führt. Insbesondere in den Johanniskrautpflanzen, die mit hohen Erregerkonzentrationen beimpft wurden (10^5 Konidien / ml), war ein fortschreitender Prozess der Lipidperoxidation zu verzeichnen (vgl. Abb. 5). In den mykorrhizierten Pflanzen dagegen wurde die Lipidperoxidation deutlich verzögert. Allerdings wurde auch in mykorrhizierten Pflanzen 30 Tage nach Erregerbeimpfung eine Zunahme an Malondialdehyd (MDA), einem Parameter der Lipidperoxidation, festgestellt, jedoch in geringerem Ausmaß als in den nicht mykorrhizierten Kontrollpflanzen. Die Mykorrhizierung kann damit die Toleranz der



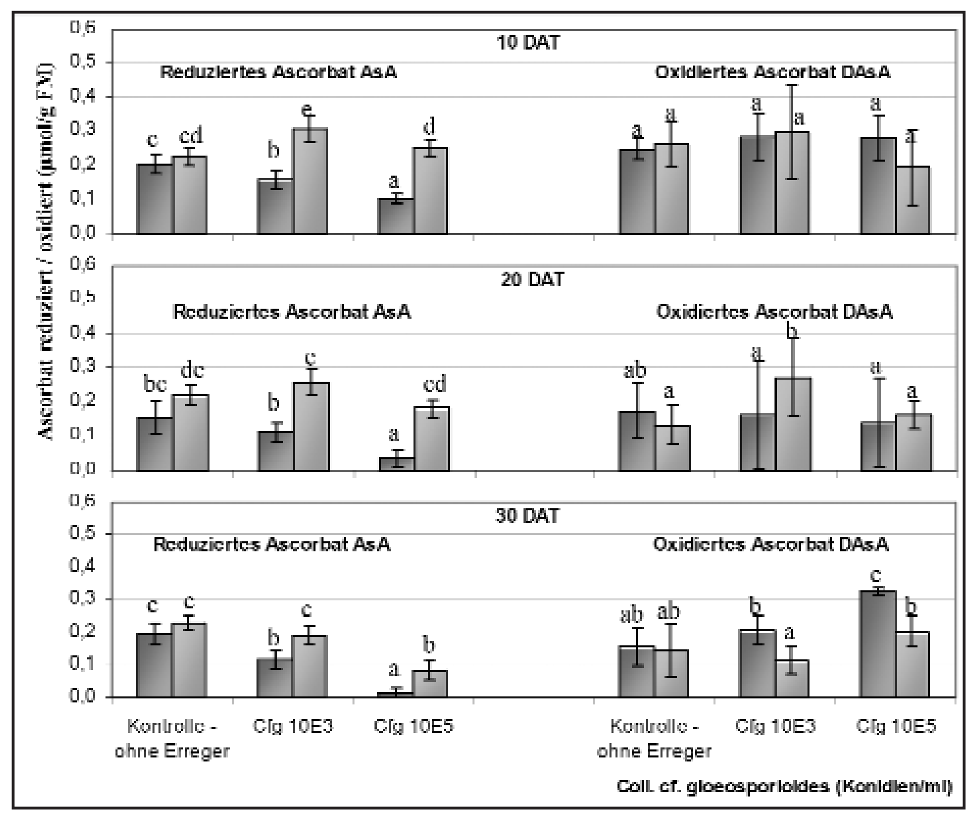


Abb. 4:
Gehalte reduzierten (links) und oxidierten (rechts) Ascorbats in Abhängigkeit von Mykorrhizierung und Erregerbeimpfung (Cfg) jeweils 10, 20 und 30 DAT (MW ± SD, n = 4)

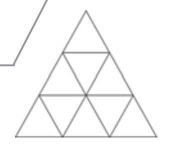
Pflanzen gegenüber oxidativem Stress erhöhen und das Fortschreiten der Lipidperoxidation zumindest zu einem gewissen Grad einschränken. Insgesamt wurde in den durchgeführten Untersuchungen bewiesen, dass die Mykorrhizierung den Gesundheitsstatus der mit *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* befallenen Johanniskrautpflanzen unterstützt, wodurch die Pflanzen auch starkem Erregerbefall über eine gewisse Zeit standhalten. In nahezu allen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Enzymsysteme der mykorrhizierten Pflanzen über einen längeren Zeitraum stabil arbeiten oder ROS-detoxifizierende Enzyme in ihrer Aktivität gesteigert werden. Auch das Redoxsystem der Pflanzen, dargestellt am Verhältnis reduzierter und oxidierter Antioxidantien, verhielt sich in den mykorrhizierten Pflanzen selbst bei hohen Erregerkonzentrationen deutlich stabiler. Und schließlich zeigten auch die Messungen zum Status der Lipidperoxidation in mykorrhizierten Pflanzen deutlich verzögerte Schädigungen durch *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* als in den nicht mykorrhizierten Kontrollen. Eine gut etablierte Mykorrhizierung erhöht somit die Toleranz von Johanniskrautpflanzen gegenüber dem Welkeerreger *Colletotrichum* cf. *gloeosporioides* und bewahrt die Pflanzen damit vor stärkeren Schädigungen.

Referenzen:

[1] Buchanan, B. B.; Gruissem, W.; Jones, R. L. (2000): Biochemistry & Molecular Biology of Plants. Rockville, USA: American Society of Plant Physiologists

[2] Gärber, U. (2003): Johanniskrautwelke, Colletotrichum cf. gloeosporioides, Ergebnisse mehrjähriger Forschungsarbeiten im Überblick. Drogenreport 16, 23-28

[3] Scholze, P.; Pank, F.; de Garcia, E. F.; Blüthner, W.-D.; Dehe, M.; Schneider, E. (2001): Bewertung der Anfälligkeit von Johanniskraut (Hypericum perforatum) gegenüber der Johanniskrautwelke (*Colletotrichum* cf. *gloeosporioides*). Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen 6, 209-215



T. Shatwell / A. Nicklisch / J. Köhler

The interaction between temperature and light and the response of spring phytoplankton

Tom Shatwell, Tel.: (030) 290 1073, E-Mail: shatwell@web.de, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

Abstract

The interaction between temperature and light was studied for Limnothrix redekei and Planktothrix agardhii (cyanobacteria) and for Nitzschia acicularis and Stephanodiscus minutulus (diatoms). A mathematical model was developed to describe growth rates as a function of temperature, photoperiod and light intensity based on published and unpublished laboratory data. The model shows that light limited growth is not independent of temperature or photoperiod. Applying the model to real data from Lake Müggelsee in Berlin showed that temperature was the most dominant factor, followed by photoperiod. While the temperature and photoperiod were simultaneously limiting over the whole spring, light energy was only limiting on some overcast days. Each species responded differently to the factor interactions.

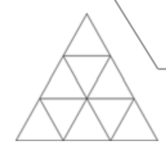
Introduction

The PEG model of seasonal succession of plankton proposes that the physical factors light and temperature govern phytoplankton growth in early spring until nutrient limitation and zooplankton grazing become dominant (Sommer et al. 1986). Temperature, global radiation and daylength increase as spring progresses, but the relationships between these factors change, for example as self-shading increases with the increasing biomass. Furthermore, global warming has caused lake temperatures to increase in recent decades especially in winter and spring (George et al. 2000, Gerten & Adrian 2000), which has altered the relationship between temperature, photoperiod and light intensity (Köhler et al 2005). Understanding the interactions between the physical factors is important to be able to predict the response of phytoplankton to environmental changes. However, the response of phytoplankton to environmental factors is often non-linear and species-specific. The non-linear response means that there are ranges of factor intensities which cause a growth response, and ranges which do not. This raises the question of whether factor interactions really exist or whether they have an effect on phytoplankton growth in spring. The interactions were investigated by developing a model based on algal growth rates measured in culture under a range of temperatures, photoperiods and light intensities. To determine whether the constellations of physical factors in spring are likely to cause interactions in the growth response, the model is applied to field data from Lake Müggelsee.

Methods

Laboratory data

Data on the specific growth rates of the four species of algae measured in semi-continuous culture at a range of light exposures, photoperiods and temperatures were compiled from several sources. Growth data for the two diatoms *Stephanodiscus minutulus* (KÜTZ.) CLEVE & MÖLLER and *Nitzschia acicularis* W. SMITH were taken from Giersdorf (1988) and Kohl & Giersdorf (1991) and unpublished data by A. Nicklisch for



Stephanodiscus minutulus. Data for *Limnothrix redekei* (VAN GOOR) MEFFERT were taken from Foy (1983), Nicklisch (1992), Nicklisch & Kohl (1989) and Nicklisch et al. (1991). Data for *Planktothrix agardhii* (GOMONT) ANAGNOSTIDES & KOMAREK came from Foy (1983), Nicklisch & Kohl (1989), Nicklisch et al. (1991), Nicklisch & Fietz (2001) and some unpublished data by A. Nicklisch.

Lake data

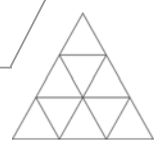
Lake Müggelsee is well described by Driescher et al. (1993). In short, Müggelsee is a shallow (mean depth 4.9 m) polymictic lake in Berlin (Germany), with a surface area of 7.3 km² and retention time of 6-8 weeks (Köhler et al. 2005). It is flushed by the River Spree and has a catchment area of 7000 km² with 36% forestry, 42% agriculture and 720 000 inhabitants. Global radiation was measured daily at a measuring station close to the north shore as net radiation (Io'; incoming minus reflected and backscattered radiation) by a radiation balance meter described in detail by Sonntag (1977). Gaps were filled with incoming radiation data from the nearby (10 km) meteorological station at the Berlin-Schönefeld airport. Here 8% was subtracted to account for reflected and back-scattered radiation to obtain net radiation. Photosynthetically available radiation (PAR) was calculated as 50 % of net global radiation. The light attenuation of PAR ($K_{SA, PAR}$) was measured as physical extinction at 588 nm using a Pulfrich photometer (Carl Zeiss, Jena, Germany) in a cuvette of 100 mm path-length. The extinction was related to the scalar attenuation by a power function ($r^2 = 0.70$) based on parallel measurements in another year.
The euphotic depth (z_{eu}) was calculated as the depth where the radiation reaches 1% of net surface radiation. The mixing depth (z_{mix}) was assumed to be 4.9 m. The effective photoperiod was calculated as the length of the solar day multiplied by the ratio of euphotic to mixed depth (z_{eu}/z_{mix}). The mean daily irradiance (= light exposure, LE) in the mixed layer was calculated as the integral of the exponentially decreasing light according to:

$$LE = I_{0'}, _{PAR} (1 - \exp(- z_{mix} * K_{SA, PAR})) / (z_{mix} * K_{SA, PAR})$$

Water temperature was measured daily at 1 m depth.

Results

The model accounts for the effects of light, temperature and photoperiod on the growth of algae, where light is considered to be the resource and the temperature and photoperiod are considered to be control factors which determine how the algae use this resource. The model is based on the concept of a maximum specific growth rate (μ_{max}) which is achievable under optimum conditions, and which is then reduced by a series of mathematical functions to account for the effects of suboptimal light, suboptimal temperature and suboptimal photoperiod. It has the following form:
$\mu = \mu_{max}$ x (temperature function) x (photoperiod function) x (light function),
where μ is the specific growth rate. The temperature function is a sigmoid curve after Lehman et al (1975) and the photoperiod and light functions are exponential saturation curves. The physical factors were not simply multiplicatively linked, but the interactions between the factors were considered. Accordingly, growth in the range of light limitation is independent of temperature and photoperiod in the model, and only the light-saturated growth rate (μ_m) depends on temperature and photoperiod. The interaction bet



ween temperature and photoperiod is not so well known, but the data suggested a simple multiplicative relationship between temperature and photoperiod for *Limnothrix*, *Planktothrix* and *Nitzschia*. *Stephanodiscus* was an exception here - the initial slope of the μm-photoperiod curve appears to be constant and only the maximum rate is temperature dependent and the model was modified accordingly for this species. Overall, the model described the measured growth rates with high precision (r^2 values in Table 1).

	L. redekei	*P. agardhii*	*S. minutulus*	*N. acicularis*
r^2	0.990	0.989	0.985	0.976
n	116	130	101	87

Table 1: Quality of fit of the model for each of the four species in this study.

The interactions between factors can be illustrated with interaction diagrams, which show lines of equal growth rates in the field of two factors. Liebig's minimum law applies when there is no interaction between two factors and is characterised in the interaction diagram by two straight lines which meet at a point - the optimum ratio of the two factors (Fig. 1a). When interactions exist, there is a curved transition from one straight line to the other. In this case, a reduction of one factor increases the demand for the other factor.

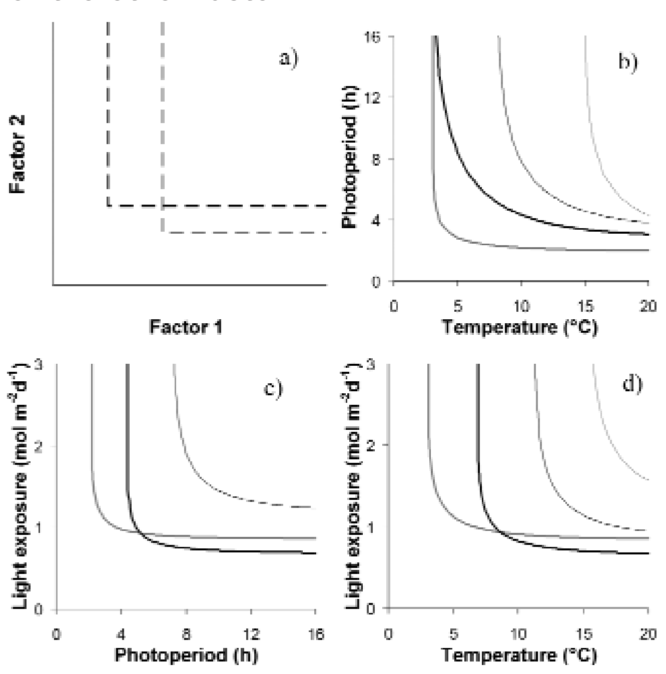
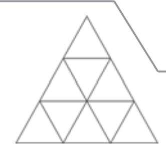


Fig. 1:
Interaction diagrams showing a) Liebig's minimum law for two arbitrary species, b) the interaction between temperature and photoperiod at 2 mol $m^{-2}d^{-1}$; c) the interaction between light exposure and photoperiod at 10°C; d) the interaction between light exposure and temperature at 6h photoperiod. Isoclines are lines of equal growth rate (0.3 d^{-1}). Thick black line: S. *minutulus*, thick grey line: N. *acicularis*, thin black line: L. redekei, thin grey line: P. *agardhii*.

The interaction diagrams show curved ranges for all species (Fig 1 b, c, d). In particular, the curved ranges occur at temperatures and photoperiods that are typical for spring in Lake Müggelsee (5-20°C and 4-12 h respectively). Light exposures below 2 mol $m^{-2}d^{-1}$ on the other hand generally only occur on some cloudy days.

Finally the model was applied to real data for Lake Müggelsee to determine whether the real values of the physical factors during spring cause interactions in phytoplankton. Growth rates were estimated using the model based on measured data from the lake in the year 1986 as an example. Both the temperature and the photoperiod were simultaneously limiting at all times for all species. The light exposure on the other hand was only limiting on some cloudy days (Fig. 2). In order to compare the relative influences of



these three factors, the mean temperature-limited growth rate was calculated for each species and the reduction compared to its μ_{max} was expressed as a percentage. The additional reductions due to sub-optimal photoperiod and sub-optimal light exposure are expressed as a percentage of the respective saturated growth rate (Table 2).

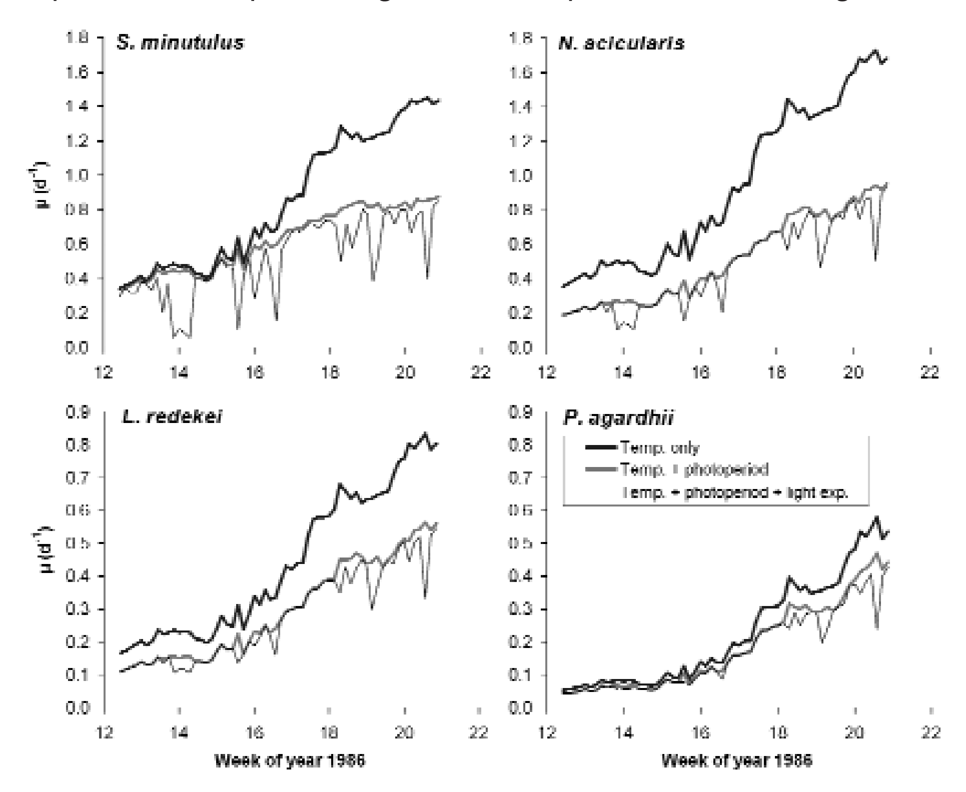


Fig. 2:
Specific growth rates (μ) predicted by the model resolved to show the influence of temperature only, temperature and photoperiod, and temperature, photoperiod and light exposure for 1986 in Lake Müggelsee.

The temperature has the strongest effect on *Planktothrix agardhii*, whereas photoperiod influences *Nitzschia acicularis* and *Limnothrix redekei* most. The average effect of light exposure is strongest on *Stephanodiscus minutulus*, however the effect was < 20% (Table 2).

Mean for spring 1986	*S. minutulus*	*N. acicularis*	*L. redekei*	*P. agardhii*
Temperature contribution	42%	48%	51%	70%
Photoperiod contribution	20%	45%	32%	19%
Light exposure contribution	19%	11%	7%	6%
Specific growth rate [d^{-1}]	0.51	0.46	0.28	0.17

Discussion

The PEG model of seasonal succession of phytoplankton (Sommer et al. 1986) proposes that the spring phytoplankton bloom results directly from the decreasing light limitation during early spring, which is replaced by increasing nutrient limitation as spring progresses. If the limitation by light energy is meant here, then this description of phytoplankton growth may only partly be true. The model presented here showed that light exposure, or light energy, is only limiting on some overcast days. Applying the model to data for Lake Müggelsee showed that several factors were limiting simultaneously in spring. The interaction diagrams illustrate that light limitation is only independent of the temperature or photoperiod at very low light levels combined with relatively high tem

peratures or photoperiods. These situations occurred on only a few days in each spring for the modelled species.

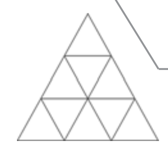
The growth rates predicted by the model agree well with the measured growth rates reported by Nicklisch (1998 & 1999) for S. *minutulus*, and with the results of Foy & Smith 1980, Gibson 1985, Riegman & Mur 1985, Nicklisch et al 1991, Talbot et al 1991 (in Coles & Jones 2000), Nicklisch 1998, Nicklisch & Fietz 2001 for P. *agardhii*. However, for *Limnothrix redekei*, the model consistently overestimated the growth rates reported by Gibson (1985), who measured growth rates in 1-hour light:dark cycles instead of 24-hour cycles, and consistently underestimated the growth rates reported by Foy and Smith (1980), who measured irradiance with a plane cosine-corrected detector instead of a spherical detector.

Previous laboratory studies have characterised the interactions between light and temperature (e.g. Foy 1983, Gibson & Foy 1983, Nicklisch 1992, Thompson 1999) and between light and photoperiod (Castenholz 1964, Paasche 1968, Gibson & Foy 1983, Nicklisch & Kohl 1989, Nicklisch 1998, Kohl & Giersdorf 1991), but very few studies have characterised the interaction between temperature and photoperiod. The results of Tang & Vincent (2000) for the filamentous cyanobacterium *Schizothrix calcicola*, and the results of Gibson (1985) for *Limnothrix redekei*, *Planktothrix agardhii* and *Aphanizomenon flos-aquae* suggest a similar interaction between temperature and photoperiod as was found here for *Nitzschia, Limnothrix* and *Planktothrix*. On the other hand, the results of Thompson (1999) for *Thalassiosira pseudonana* suggest the same type of interaction as was found here for *Stephanodiscus minutulus*, a morphologically similar species. It seems therefore that both types of interaction between temperature and photoperiod are possible.

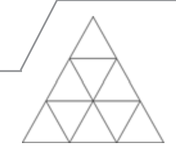
The response of phytoplankton to changes in the physical factors was non-linear. Therefore, the absolute values of the factors and not just the ratios between them determine whether interactions exist. Based on the lake data, there was overall a constant interaction between the factors, and each species showed a different response. For example, *Stephanodiscus* was relatively unaffected by the photoperiod at the beginning of spring, whereas the other species were affected by the photoperiod, to different degrees, throughout spring. Therefore, a change in the intensity of the factors or the relationship between the factors, for example due to climate warming, should influence the spring phytoplankton community. It can be concluded that the temperature has the strongest effect, followed by photoperiod and then light exposure. The nature of light as a resource is complex, with a quantitative component (energy) and temporal components (e.g. photoperiod). To adequately describe phytoplankton response to environmental changes, growth models should consider the species-specific effects of the photoperiod.

References

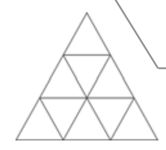
[1] Castenholz, R.W. (1964): The Effect of Daylength and Light Intensity on the Growth of Littoral Marine Diatoms in Culture. Physiol. Plant. 17: 951-963.
[2] Coles, J.F., Jones, R.C. (2000) : Effect of temperature on photosynthesis-light response and growth of four phytoplankton species isolated from a tidal freshwater river. J. Phycol. 36: 7-16.
Driescher, E., Behrendt, H., Schellenberger, G., Stellmacher, R. (1993): Lake Müggelsee and its



[3] Environment - Natural Conditions and Anthropogenic Impacts. Int. Revue ges. Hydrobiol. 78 : 327-343.
[4] Foy, R.H. (1983): Interaction of temperature and light on the growth rates of two planktonic Oscillatoria species under a short photoperiod regime. Br. phycol. J. 18: 267-273.
[5] Foy R.H., Smith R.V. (1980): The role of carbohydrate accumulation in the growth of planktonic Oscillatoria species. Br. Phycol. J. 15: 139-150.
[6] George, D.G., Talling, J.F. & Rigg, E. (2000): Factors influencing the temporal coherence of five lakes in the English Lake District. Freshwater Biol. 43: 449-4689.
[7] Gerten, D., Adrian, R. (2000): Climate-Driven Changes in Spring Plankton Dynamics and the Sensitivity of Shallow Polymictic Lakes to the North Atlantic Oscillation. Limnol. Oceanogr., 45: 1058-1066.
[8] Gibson, C.E. (1985): Growth rate, maintenance energy and pigmentation of planktonic cyanophyta during one hour light : dark cycles. Br. Phycol. J. 20: 155-161.
[9] Gibson, C.E., Foy R.H. (1983): The photosynthesis and growth efficiency of a planktonic blue-green alga, Oscillatoria redekei. Br. Phycol. J. 18: 39-45.
[10] Giersdorf, K. (1988): Der Einfluß von Licht und Temperatur auf das Wachstum der planktischen Diatomeen Stephanodiscus minutulus (KÜTZ.) CLEVE & MÖLLER und Nitzschia acicularis W. SMITH. Dissertation (A), Humboldt-Universität zu Berlin.
[11] Kohl J.-G., Giersdorf K. (1991): Competition ability of two planktic diatoms under different vertical light gradients, mixing-depth and -frequencies: An experimental approach. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 2652-2656.
[12] Köhler J., Hilt S., Nicklisch A., Kozerski H.P., Walz N. (2005): Long-term response of a shallow, moderately flushed lake to reduced external phosphorus and nitrogen loading. Freshwater Biol. 50: 1639-1650.
[13] Lehman, J.T., Botkin, D.B., Likens, G.E. (1975): The assumptions and rationales of a computer model of phytoplankton population dynamics. Limnol. Oceanogr. 20: 343-364.
[14] Nicklisch, A. (1992): The interaction of irradiance and temperature on the growth rate of Limnothrix redekei and its mathematical description. Algological Studies 63: 1-18.
[15] Nicklisch, A. (1998): Growth and light absorption of some planktonic cyanobacteria, diatoms and Chlorophyceae und simulated natural light fluctuations. J. Plankton Res. 20: 105-119.
[16] Nicklisch, A. (1999): Competition between the cyanobacterium Limnothrix redekei and some spring species of diatoms under P-limitation. International Review of Hydrobiology 233-241: 233-241.
[17] Nicklisch A., Fietz S. (2001): The influence of light fluctuations on growth and photosynthesis of Stephanodiscus neoastraea (diatom) and Planktothrix agardhii (cyanobacterium). Arch. Hydrobiol. 151: 141-156.
[18] Nicklisch, A., Kohl, J.-G. (1989): The influence of light on the primary production of two planktic blue-green algae. Arch. Hydrobiol. Beih. 33: 451-455.
[19] Nicklisch, A., Roloff, B., Ratsch, A. (1991): Competition experiments with two planktic blue-green algae (Oscillatoriaceae). Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 889-892.
Paasche, E. (1968): Marine Plankton Algae Grown with Light-Dark Cycles. II. Ditylum brightwellii and Nitzschia turgidula. Physiol. Plant. 21: 66-77.
[20] Riegman, R., Mur, L.R. (1985): Effects of photoperiodicity and light irradiance on phosphate-limited Oscillatoria agardhii in chemostat cultures II. Phosphate uptake and growth. Arch. Microbiol. 142: 72-76.
[21] Sommer, U., Gliwicz, Z. M., Lampert, W., Duncan, A. (1986): The PEG*-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. Arch. Hydrobiol. 106: 433-471.
Sonntag, D. (1977) Ein Strahlungsbilanzmesser mit galvanisch erzeugten Thermosäulen. Zeitschrift für Meteorologie (Berlin), 27, (Heft 4), 243-253.
[22] Tang, E.P.Y., Vincent, W.F. (2000): Effects of daylength on the growth and photosynthesis of an Arctic cyanobacterium, Schizothrix calcicola (Oscillatoriaceae). Eur. J. Phycol. 35 : 263-272.
[23] Thompson, P. (1999): The response of growth and biochemical composition to variations in daylength, temperature, and irradiance in the marine diatom Thalassiosira pseudonana (Bacillariophyceae). J. Phycol. 35: 1215-1223.



Posterbeiträge



D. Weigl

Chemische und makrozoobenthosbezogene Bewertung zur Revitalisierung der Alten Elbe

Diana Weigl, Tel.: (0391) 886 4357, E-Mail: dianaweigl1@gmx.de, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

Zusammenfassung

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) gibt als Umweltziel (Artikel 4, Abs. 1a, Teil III) vor, bei Oberflächengewässern bis 2015 "ein gutes ökologisches Potential und einen guten chemischen Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen" [EG-WRRL, 2000].
Das Untersuchungsgebiet der "Alten Elbe" ist ein solches Oberflächengewässer. Mit einer Lauflänge von ca. 15 km gehört es zu den letzten existierenden Auerestwäldern im Bereich der mittleren Elbe. Um einen guten chemischen Zustand des Gewässers zu erreichen, ist die Beurteilung des Ist-Zustandes notwendig. So können revitalisierende bzw. sanierende Maßnahmen abgeleitet werden.
Das Projekt "Revitalisierung der Alten Elbe bei Magdeburg", dessen Projektträger der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND), der mit der Lotto-Toto GmbH Sachsen Anhalt auch dieses Projekt finanziell unterstützt, enthält genaue Zielvorstellungen.
Parallel zu den biologischen Qualitätskomponenten, wie der Bewertung der Makroinvertebratenbesiedlung wurde eine physikalisch-chemische Beurteilung der Wasser- und Sedimentqualität der Alten Elbe vorgenommen. An ausgewählten Messstellen zeigten Sedimentproben für einige in der EG-WRRL aufgeführte Schwermetalle stark erhöhte, sanierungsrelevante Werte, siehe Abbildung 1.

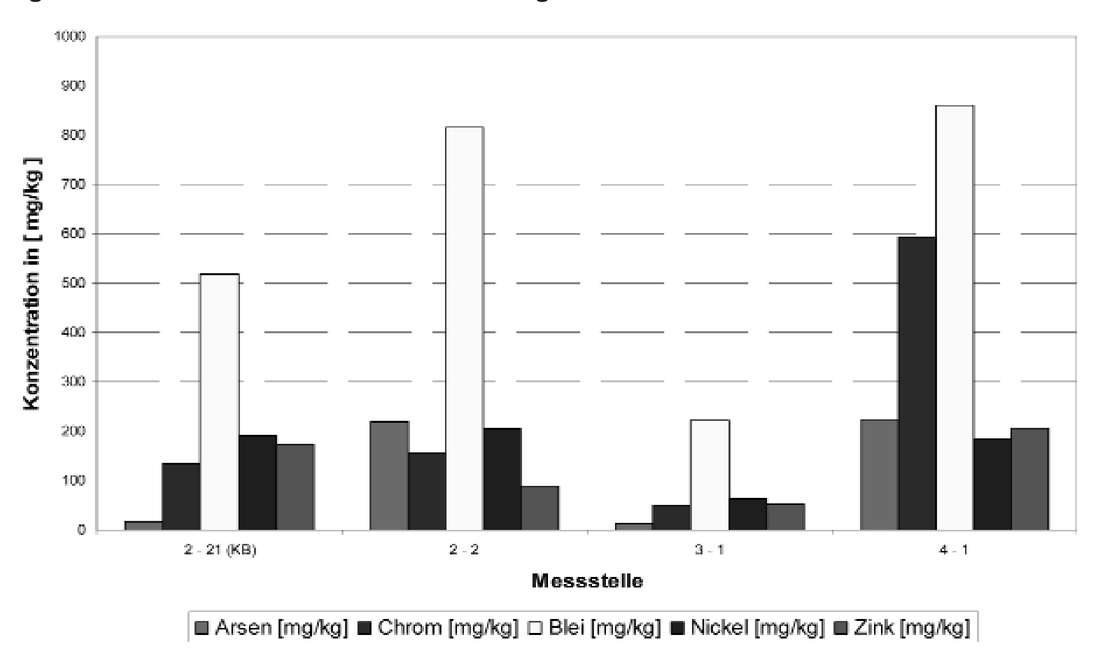
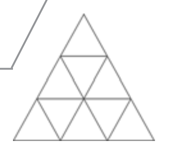


Abbildung 1: ausgewählte untersuchte Parameter in den Sedimentproben der Alten Elbe



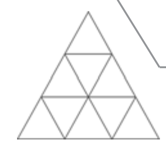
Besonders an den Messstellen Am Pechauer Siel (2-2) und in der Elbnenauer Schweiz (4-1) waren die dort erfassten Arsenwerte um das 10-fache höher als die Vorgaben es nach der Berliner Liste zulassen. Die Bewertung weiterer untersuchter Parameter in den Sedimentproben, wie Chrom, Blei, Nickel und Zink traten ebenso grenzwertüberschreitend auf.
Auf Grundlage weitergehender biologischer und chemischer Untersuchungen konnten verschiedene Indices für die Alte Elbe erhoben werden. Trotz bestehender Schutzmaßnahmen ist die Alte Elbe bei Magdeburg als ein mäßig bis stark verschmutztes Gewässer einzustufen.
Ein ähnliches Bild ergab die Bewertung der erfassten Arten des Makrozoobenthos, die die Alte Elbe als ein eutrophes, in der Terminalphase befindliches Gewässer charakterisieren. Besonders hervorzuheben ist das Auftreten von neun Arten, die in der Roten Liste als gefährdet eingestuft werden.
Diese Arten sind sowohl in Sachsen Anhalt als auch in Deutschland als gefährdet in der Roten Liste aufgeführt:

- Aeshna isosceles
- Aeshna juncea
- Coenagrion pulchellum
- Cordulia aenea
- Erythromma najas
- Gyraulus laevis
- Libellula fulva
- Pisidium obtusale



Abbildung 2: Aeshna isoceles [Quelle: www.naturefg.com/.../aeshna%20isosceles.jpg; Stand 25.11.2006]

Die erzielten Ergebnisse bekräftigen die Schutzwürdigkeit der Alten Elbe bei Magdeburg als einen sehr artenreichen, einzigartigen Lebensraum, zu dessen Erhalt in der Zukunft revitalisierende Maßnahmen dringend notwendig sind.



R. Werner / F. Wildenauer / A.H. Foitzik

Design und Fertigung eines Durchflussmesssystems zur Kohlenhydratanalytik

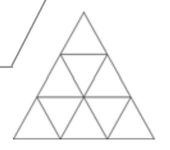
Ronald Werner, Tel.: (03375) 508 407, E-Mail: rwerner@tfh-wildau.de, Technische Fachhochschule Wildau, Bahnhofstraße 1, 15745 Wildau b. Berlin

Einleitung

Mikrofluidik ist ein großes Anwendungsgebiet der Mikrosystemtechnik, welches im Bereich chemischer und zunehmend auch biologischer Anwendungen an Bedeutung gewinnt. Durch den geringen Proben- und Reagenzienverbrauch, bei hoher Präzision, ist der Einsatz mikrofluidischer Systeme sehr attraktiv. Dabei bewegen sich kleine Mengen Flüssigkeit oder Gas, unter bestimmten Bedingungen, durch ein definiertes System. Die Mikrofluidik die Konzeption, Fertigung, Anwendung und Verbesserung solcher Systeme. Eine besondere Herausforderung bei der Herstellung mikrofluidischer Systeme sind die speziellen Strömungs- und Grenzflächeneffekte, die in solchen Mikrosystemen herrschen. Für die gewünschte Funktion eines solchen Systems ist meist noch eine umfangreiche Anordnung peripherer Geräte, wie beispielsweise Pumpen, Detektoren und Transducer, notwendig.
Aus diesem Grund geht die Tendenz bei der Entwicklung mikrofluidischer Systeme zunehmend in die Richtung Systemintegration und Multianalytsensoren. Zukünftige Trends könnten auch Einwegsensoren aus Kunststoff sein, welche in Massenproduktion gefertigt werden können. Angestrebt wird dabei unter anderem die Fertigung eines Sensorrohlings, welcher durch modulartigen Aufbau die Möglichkeit zur online-Detektion der unterschiedlichsten Analyten dient. Es wird einmalig ein Formwerkzeug aus Metall gefertigt, mit der eine Vielzahl identischer Fluidikkomponenten hergestellt werden können.

Kurzzusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit konnte, unter Verwendung verschiedener Techniken, ein Durchflusssensorsystem geplant, entworfen, gefertigt und getestet werden. Zunächst wurde ein Formwerkzeug, invers zum gewünschten Kanalsystem, mittels Mikrobearbeitung erstellt und in Polydimethylsiloxan (PDMS) abgeformt. Zur Bestimmung der Glucosekonzentration wurden GOD-Sensoren (BST-Berlin) integriert. Das System (inkl. GOD-Sensoren) konnte durch das Zusammenfügen von einzelnen Schichten zu einer Einheit abgedichtet werden (Abb. 1).
Anschließend wurde die Saccharosekonzentration in Lösung bestimmt durch die amperometrische Messung der Glucose, welche als ein Produkt der enzymatischen Spaltung von Saccharose entsteht. Dazu wurde das Enzym Invertase auf Eupergit®-Trägermolekülen immobilisiert und durch Barrierestrukturen des mikrofluidischen Kanalsystems in dem Messsystem gehalten. Es wurde eine Glucosemessung vor und nach der enzymatischen Umsetzung durchgeführt und aus der Differenz die Saccharosekonzentration ermittelt. Das fertige Messsystem (Abb.2) konnte für Saccharose (Abb.3 unten) von 1 bis 50 mM mit einer Sensitivität von 0,33 nA/mM und für Glucose (Abb.3 oben) von 1 bis 50 mM mit einer Sensitivität von 4,2 nA/mM, in



einem Zitronensäurepuffersystem bei pH 4,7 und einer Flussrate von 100µl/min bei +420 mV (gegen Ag/AgCl) kalibriert werden. Untersuchungen bei geringeren Flussraten zeigten einen Anstieg der Sensitivität.

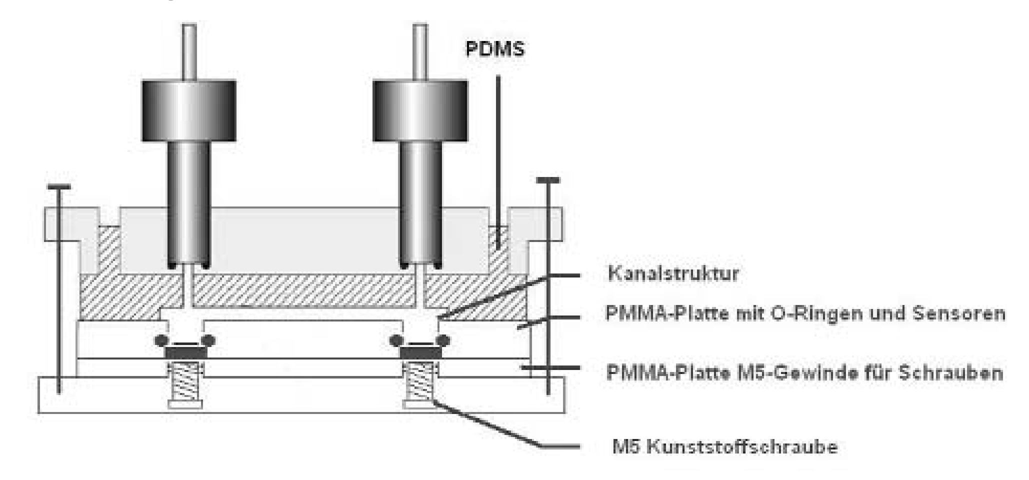


Abb. 1: Querschnittschema des zusammengesetzten Sensors (verändert nach [2])

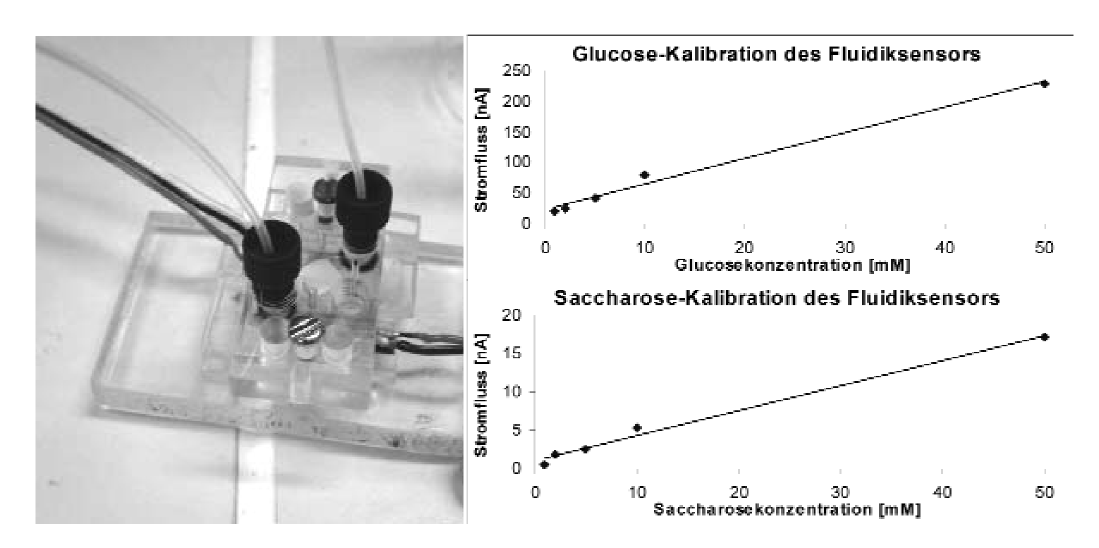


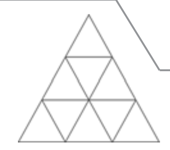
Abb. 2: mikrofluidisches Sensorsystem

Abb. 3: Sensorkalibration für Glucose und Saccharose

Das gefertigte mikrofluidische Sensorsystem kann, durch Modifikationen, für die online-Detektion anderer Analyte in verschiedensten Bereichen eingesetzt werden. Eine kostengünstige Herstellung der verwendeten Sensorelemente wäre durch Fertigung von Kleinserien möglich.

Literatur

[1] Werner, R., Wildenauer, F., Foitzik, A.H.; Entwurf und Fertigung eines Abformwerkzeuges für die Herstellung eines Enzymsensors zur Bestimmung der Saccharosekonzentration; Wildau, 2006
[2] MicCell Benutzerhandbuch, GeSim, 2006



J. Krickmeier / W. Schnäckel / D. Schnäckel

Life Science – Herstellung prebiotischer Fleisch- und Wurstwaren

Janet Krickmeier, Tel.: (03471) 355 1181, E-Mail: krickmeier@loel.hs-anhalt.de, Hochschule Anhalt (FH), Fachbereich LOEL, Strenzfelder Allee 28, 06406 Bernburg

Hintergrund

Der aktuelle Ernährungsbericht 2004 der DGE e. V. zeigt einmal mehr, dass für bestimmte Lebensmittelinhaltsstoffe und Verbrauchergruppen die empfohlene tägliche Aufnahmemenge, welche die Funktionalität eines gesunden menschlichen Körpers gewährleisten soll, unterschritten wird. Dies hängt mit dem oft zu geringen Verzehr von Obst, Gemüse und Getreideprodukten zusammen, so dass für Ballaststoffe, ausgewählte Mineralstoffe sowie Vitamine eine Unterversorgung verzeichnet werden kann. Infolge dessen können Erkrankungen wie Bluthochdruck, Diabetes mellitus, erhöhter Cholesterinspiegel oder Darmkrebs gefördert werden.
In den vergangenen Jahren ist daher ein steigendes Angebot an funktionellen Lebensmitteln mit gesundheitswirksamen Inhaltsstoffen zu verzeichnen.

Zielstellung

Da sich Fleisch- und Wurstwaren einer hohen Beliebtheit erfreuen, soll im vorliegenden Projekt neben der Zugabe von prebiotisch wirkenden Ballaststoffen (Weizen- und Haferfaser, Inulin) der Gesundheitswert von Brüh-, Koch- und Rohwürsten auch durch den Einsatz von Mineralstoffen (Selen-Zink-Kombipräparat) sowie Algen erhöht und eine Fettreduzierung vorgenommen werden.
Untersucht werden soll, welche Auswirkungen eine veränderte inhaltsstoffliche Zusammensetzung auf die technologische Verarbeitungsfähigkeit der Wurstbräte und auf die daraus hergestellten Produkte sowie die sensorische Qualität ausübt.

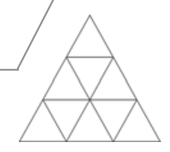
Ergebnisse

Ballaststoffe

Die Textur der *Fleischwurst* mit 1,5% Weizen oder Haferfaser wird im Biss als etwas fester bewertet. Das Produkt wirkt außerdem leicht heller. Die Ballaststoffe bedingen zudem eine Reduzierung von Verarbeitungs- und Lagerverlusten, da die Feuchtigkeit besser im Erzeugnis gebunden wird. Bei einer Fettreduktion von 20 auf 10% bei gleichzeitiger Zugabe von 1,5% Ballaststoffen wird eine Erhöhung des Wassergehalts im Erzeugnis von 21 auf 27% möglich, ohne sensorisch signifikante Abweichungen von herkömmlichen Fleischwürsten zu verursachen.



Abb. 1: Fleischwurst mit 1,5% Hafer- bzw. Weizenfaser (v.l.)



Die *Feine Leberwurst* unterscheidet sich sensorisch beim Einsatz von 1,5-3% Ballaststoffen (Weizen bzw. Haferfaser ohne/mit Inulin) und einem Fettgehalt von 21 bzw. 18% nicht signifikant zu vergleichbaren Leberwürsten. Die Weizen- oder Haferfasern verringern außerdem deutlich die Verarbeitungsverluste durch ihre guten Wasserbindungseigenschaften. Das Produkt erscheint aber etwas heller. Die Textur wirkt leicht fester, wobei sensorisch eine geringfügig trockenere oder bröckligere Konsistenz festgestellt wird.



Abb. 2: Feine Leberwurst mit 1,5% Inulin und 1,5% Weizenfaser

Die von 27 auf 22% Fett reduzierten Rohwürste (Salami 27%, Knackwürste 22%) zeigen bei Verwendung von 1,5-3% Weizen- bzw. Haferfasern ohne/mit Inulin sensorisch keine signifikanten Abweichungen zu herkömmlichen Rohwürsten. Die Produkte sind überwiegend etwas blasser. Die Ballaststoffe bedingen bzgl. der Textur einen festeren Biss; sensorisch wird auch eine z.T. etwas trockenere oder bröckeligere Konsistenz, wahrgenommen.
Die Knackwürste werden sensorisch noch besser bewertet als die Salami.

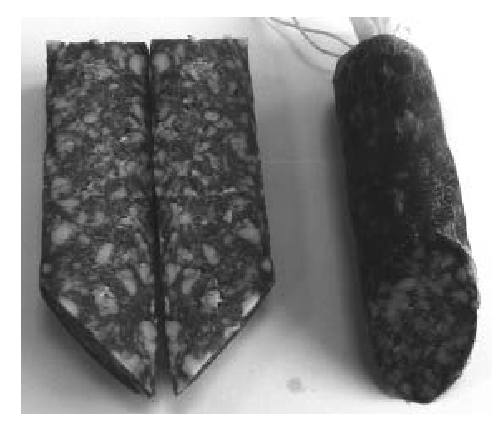




Abb. 3: Salami bzw. Knackwurst (v.l.) mit 1,5% Weizenfaser und 1,5% Inulin

Mineralstoffe

Der Einsatz eines Selen-Zink-Kombipräparates verändert die sensorischen Eigenschaften der Brüh-, Koch- und Rohwürste im Vergleich zu herkömmlichen Erzeugnissen nicht signifikant. Im Allgemeinen wird die Textur jedoch als etwas fester bewertet. Als Einsatzmenge werden 0,23% empfohlen. Dies entspricht bei einem Verzehr von 100g Wurst einer halben Tagesdosis.

Algen

Für Brühwurst, die als Aufschnitt- oder Stückware Verwendung findet, wurde eine neuartige Grobeinlage mit 1-1,5% Algen entwickelt. Die farb- und formbeständige Einlage kann nach Belieben zu 5-10% in unterschiedlichen Formen eingesetzt werden. Sensorisch werden die hergestellten Fleischwürste als angenehm fest im Biss, saftig sowie als aromatisch und pikant im Aroma bewertet.

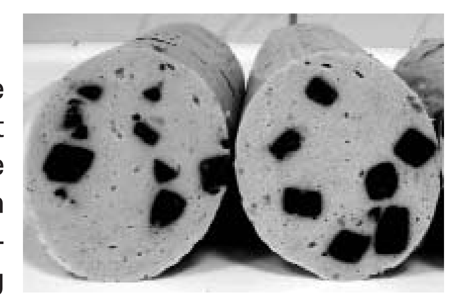
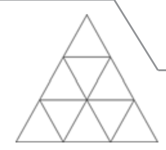


Abb. 4: Fleischwurst mit 5% gewürfelter Einlage aus Algen



P. Walotek

Ertragskundliche Modellierung von schnellwachsenden Baumarten für das nordostdeutsche Pleistozän als Planungsgrundlage für die zukünftige Energierohstoffversorgung mit Dendromasse

Przemyslaw Jan Walotek, Tel.: (03334) 65596, E-Mail: pwalotek@fh-eberswalde.de, Fachhochschule Eberswalde, Alfred-Müller-Str. 1, 16225 Eberswalde

Die Nachfrage nach holzartiger Biomasse steigt zunehmend. Vor allem gewinnt die direkte Nutzung von Holz für die Wärme- und Stromerzeugung an Relevanz. Diese Entwicklung führt zu einer steigenden Nachfrage nach Holz mit geringeren Qualitätsansprüchen. Ziel des in diesem Zusammenhang vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens DENDROM ist die systemische Analyse und die Entwicklung von Leitbildern und Szenarien einer nachhaltigen energetischen und stofflichen Verwendung von DENDROMasse aus dem Wald und von Feldgehölzen auf landwirtschaftlichen Flächen. In diesem Vorhaben wird u.a. der Frage nachgegangen, ob der Anbau schnellwachsender Gehölze (Pappel, Weiden, etc.) im Kurzumtrieb (bis 20 Jahre) auf landwirtschaftlichen Flächen (Feldgehölze) einen wesentlichen Beitrag zur ökologischen, sozial verträglichen und ökonomisch tragfähigen Bereitstellung von Dendromasse leisten und die klassischen Quellen Wald(rest)holz, landwirtschaftliche Biomasse und biogene Abfälle ergänzen kann.
In einem Teilvorhaben (Dendrom 1.4) werden ertragskundliche Untersuchungen für Kurzumtriebsplantagen durchgeführt. Die Datengewinnung soll den Informationspool über schnellwachsende Bauarten für das Pleistozän in Nordostdeutschland aktualisieren, und eine regionsbezogene Schätzung der Produktivität in Frage kommender Arten und Sortenklone aus bereits vorhandenen sowie zusätzlichen Untersuchungen ermöglichen. Auf der Basis der Ertragsmodellierung wird eine Ausweisung von Flächenpotenzialen vorgenommen, die zur Abschätzung regionaler Versorgungssicherheit dienen kann.
Die ertragskundliche Modellierung wird auf der Grundlage von langjährigen, innerhalb Deutschlands erarbeiteten Studien zum Anbau schnellwachsender Bauarten auf landwirtschaftlichen Produktionsflächen erarbeitet. Der Datenpool basiert auf den seit 1983 untersuchten Versuchsflächen bei Regensburg, den 1986, ´89 und ´91 angelegten Modellflächen in Niedersachsen und Oldenburg, den seit 1993 angelegten Anbauten aus Mecklenburg-Vorpommern, wie auch den ab 1995 etablierten Versuchsanlagen auf Bergbaufolgestandorten aus Südbrandenburg.
Zusätzlich zu den vorhandenen Ertragsleistungsdaten verschiedener Arten und Sortenklone wurden aktuelle Inventuraufnahmen noch bestehender Versuchsflächen, wie auch großflächiger Energieholzplantagen durchgeführt. Angesichts der mit der Modellregion vergleichbaren standörtlichen Bedingungen in Westpolen und umfangreicher dort bereits bestehender Weidenanbauten, kam es zu einer intensiven Kontaktaufnahme und Kooperation mit landwirtschaftlichen Betrieben in Polen.
Die Erträge von Weiden und Pappeln Zeigen auf verschiedenen Standorten eine große Variationsbreite. Entscheidend für den Zuwachs ist jedoch nicht nur der Standort und der Sortenklon, sondern auch der Pflanzverband, die Rotationszeit, die Gesamtumtriebszeit. Die Wahl der Rotationszeit orientiert sich an der Erntetechnik. Wird eine längere Wartezeit auf die Ernte und die damit verbundene Liquidität als in der Landwirtschaft unüblich und damit problematisch angesehen, so begrenzt sich die Erntezeit auf kürzere Rotationen. Dabei bedingt die Stärke der Triebe das Ernteverfahren bzw. den möglichen maschinellen Ernteeinsatz.

P. Walotek

Der lebende Wurzelstock speichert Kohlehydrate u. Nährstoffe, erschließt tiefere Bodenschichten, und hat somit große Bedeutung für das Spross-Wachstum. Aus der Übersicht in Tab. 2 wird ersichtlich, für welche Kombinationen von Wurzelstockalter und Triebalter Ertragsinformationen fehlen. Eine besonders wichtige Erfahrung betrifft die offensichtliche Bedeutung des Wurzelsystem-Zustandes, bzw. des Wurzelstockalters, für das Wachstum der Triebe nach einem Triebschnitt. Das Triebwachstum von Stockausschlägen ist dem Triebwachstum gleichaltriger gepflanzter Bäume oft erheblich überlegen.
Die Wachstumsbeschreibung wird an einem Modell erprobt, das sich an bestehenden Funktionen für das kontinuierliche Baumwachstum orientiert. Als geeignete Funktion zur Beschreibung des Wachstums kann hier die Chapman-Richards-Gleichung benutzt werden:

$$V_{(t)} = A \cdot (1 - e^{-k \cdot (t - t_0)})^m$$

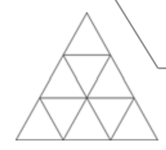
Wegen der Periodizität der Rotationsschnitte wird die Wachstumsdynamik im Vergleich zu einem gedachten kontinuierlichen Baumwachstum wesentlich verändert. Die Wachstumsfortschreibung in der Zeit kann mit einer Periode T beschrieben werden, die die Länge der Rotationszeit darstellt. Die Zuwachsentwicklung im Kurzumtrieb könnte somit durch folgende Funktion definiert werden:

$$W_{T,\tau}(t) = \begin{cases} V_{(t)} & 0 \le t \le T \\ V_{(t-\tau)} - V_{(T-\tau)} & T \le t \le 2T \\ V_{(t-\tau)} - V_{(2T-\tau)} & 2T \le t \le 3T \\ \vdots & \\ V_{(t-\tau)} - V_{(nT-\tau)} & nT \le t \le (n+1)T \end{cases}$$

Eine wichtige Praxisanwendung von Wuchsmodellen besteht in der Generierung von Ertragsprognosen, die je nach Anforderungen des Modells ein breites Spektrum von Standorts- und Behandlungsvarianten umfassen können. Als Eingangsgrößen für Ertragsfunktionen landwirtschaftlicher Biomasseträger oder Fruchtfolgen werden die durchschnittliche Jahresniederschläge und die Ackerzahl verwendet, die mit Ertragswerten über einen Ebenenausgleich in Bezug gesetzt werden (Pior 2001). Geeignete Funktionen werden für einen bestimmten Definitionsraum geprüft (Abb. 3). Diese Ertragsfunktionen können dann auf betrieblicher Ebene als Entscheidungshilfen für konkurrierende Landnutzungssysteme oder in regionalen Potentialstudien in Verbindung mit GIS-Systemen als Information für politische Entscheidungsträger verwendet werden. Für Feldgehölze im Kurzumtrieb bietet sich eine Orientierung an den landwirtschaftlichen Ertragsfunktionen an. Während die Standortsdaten für das nordostdeutsche Pleistozän in Form von digitalisierten Karten zur Verfügung stehen, gibt es nur ein sehr heterogenes und unzureichendes Datenmaterial für die Ertragsleistung der verschiedenen Pappel- und Weidenklone in Abhängigkeit vom Standort. Hier soll die Standardisierung vorhandener Daten (siehe 4.) einen größeren Datenpool für einzelne Klone oder Baumarten generieren.

Quellen:

[1] Murray, D.M. and Gadow, K.v., 1993: A flexible yield model for regional timber forecasting. Southern Journal for Applied Forestry Research
[2] Szczukowski, S., Tworkowski, J., Klasa, A. u. Stolarski, M., 2002: Productivity and chemical composition of wood tissues of short rotation willow coppiece cultivated on arable land University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Polen.
[3] Walotek, P., Murach, D., Gadow, K.v., 2006: Die Korbweide (Salix viminalis) Ertragsschätzung und Nutzungsmodell. Beiträge zur Jahrestagung DFFF, Staufen



Streifenförmige Objekte in digitalen Geländemodellen - Interpolation und Regression

Claudia Nadolny, Tel.: (0171) 7726835, E-Mail: C.Nadolny@gmx.de, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

1. Einleitung und Veranlassung

Das Hochwasser 2002 an der Elbe war Anlass für den Landkreis Stendal, das Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie (IWO) der Hochschule Magdeburg-Stendal (FH) zu beauftragen, die vorhandenen Strukturen für den Hochwasserschutz zu überarbeiten und zu verbessern. Datengrundlage bilden topografische Karten und Orthophotos, sowie Höheninformationen als Punkte in einem regelmäßigen (x,y)-Gitter aus verschiedenen Quellen (Vermessungsämter, LHW, Landkreis Stendal). Das DGM10 beinhaltet zahlreiche Fehlstellen, welche insbesondere streifenförmige Objekte wie Deiche oder Straßen- und Bahnverläufe betreffen. Feinmaschige digitale Geländemodelle enthalten aufgrund der feinen Gitterstruktur alle topografischen Strukturen des Geländes. Unter der Vorraussetzung, dass diese flächendeckend vorhanden sind, ermöglichen die hier vorgestellten Methoden die Isolation von linienförmigen Strukturen und deren Implementierung in gröbere Geländemodelle.

2. Selektion, Interpolation und Regression streifenförmiger Gebilde

Die Interpolation geht von einer relativ groben Charakterisierung der Mittellinie des zu beschreibenden streifenförmigen Objektes durch vorzugebende Knotenpunkte aus. Bestimmend für die Lage und die Menge der Knoten ist die gewünschte Genauigkeit des zu beschreibenden Objektes. Die Abbildungen 1 zeigt die Beschreibung eines Elbdeiches mit 43 Knotenpunkten. Als Basisinformationen für die Regressionsmethoden dienen sowohl die digitalen Geländemodelle als auch selektierte Pixelkoordinaten einer DTK oder eines Orthophotos (siehe Abbildung 2) oder selektierte Residuen im Zusammenhang mit den auf Dreiecksvermaschungen beruhenden Verfahren [TIEDGE, 2006]. Die Zuordnung der Datenpunktmenge zu der Knotenpunktstrecke erfolgt durch die baryzentrischen Koordinaten. Die Verfahren bilden eine Kopplung aus Interpolation und Regression und arbeiten mit linearen und kubischen Ansätzen. Die Interpolation mit stückweise linearem Ansatz nutzt zwischen den Knotenpunkten lineare Polynome, die stetig zusammengesetzt sind. Der zweite Ansatz nutzt die Beschreibung des Streckenverlaufs durch Polynome vom Grad 3 [TIEDGE, 2006]. Dabei gelten die Bedingungen eines stetigen und glatten Übergangs zwischen den Streckenabschnitten (C_0- und C_1-Eigenschaft). Mit der Durchführung liegen an den Knotenpunkten die Richtungsableitungen in x-, y- und z-Richtung vor, mit denen der Streckenzug vollständig beschrieben werden kann. In der (x,y)-Ebene erfolgt die Interpolation anhand der selektierten Pixelkoordinaten und in der z-Ebene anhand der gegebenen Höheninformationen. Zum Erreichen der gewünschten Genauigkeit kann der Nutzer einen maximalen Abstand der Datenpunkte von der Knotenpunktstrecke eingeben und eine Iterationsanzahl.

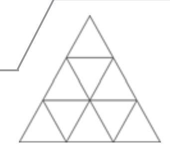




Abbildung 1:
Charakterisierung Deich



Abbildung 2:
selektierte Pixelkoordinaten mit Alpha = 0.05



Abbildung 3:
kubische Interpolation mit 43 Knoten

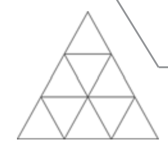
Die Abbildungen 3 zeigt die berechnete kubische Interpolationskurve des Elbdeiches aus 43 Knotenpunkten, welche um eine "Parallele" zur Mittellinie erweitert wurde. Zur Diagnose der so geschätzten Raumkurven dienen die Residuen, d.h. die Differenzen der tatsächlichen und geschätzten Höhen. Der Erwartungswert der Residuen für die Deichkrone liegt dabei bei 0.0001 m mit einer Standardabweichung von 0.0143m.

3. Zusammenfassung

Durch die vorgestellten Modellierungsansätze von linien- bzw. streifenförmigen Objekten wird eine Verbesserung der Aussagekraft von grobmaschigen digitalen Geländemodellen realisiert. Das Prinzip der vorgestellten Verfahren besteht darin, linienförmige Objekte durch stückweise Polynominterpolation zu beschreiben und so Werte der Parameter an einer nicht beobachteten Stelle mittels Kopplung von Interpolation und Regression zu schätzen.

Literatur

[1] TIEDGE, J.: Ausgleich und Interpolation, Teil I: Kurven im R^2 und R^3, Teil II: Dreiecksvermaschungen, unveröffentl. Manuskript, Magdeburg 2006
[2] TIEDGE, J., NADOLNY, C., LINGNER, T.: EGIS - Experimental-GIS für Forschung und Lehre in Wasserwirtschaft und Statistik, Dok., Magdeburg 2006
[3] TIEDGE, J., NADOLNY, C., LINGNER, T.: Effiziente Nutzung der Datenbasis für das Hochwassermanagement durch Anwendung statistischer Methoden, Dok., Magdeburg 2006 (Im Druck)



U. Urban

Aufbau einer Miniplant-Anlage zur Geruchs- und Korrosionsminderung in Druckleitungen

Ute Urban, Tel.: (03943) 659 360, E-Mail: uurban@hs-harz.de, Hochschule Harz, Projekt Li-Do, Friedrichstr. 57 - 59, 38855 Wernigerode

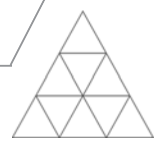
Die lineare Belüftung von Druckleitungen stellt eine neuartige Methode zur Geruchsminderung dar, deren biotechnologischen und hydraulischen Abläufe in dem geförderten AiF-Projekt FH³ "Vermeidung von Geruch und Korrosion durch Lineare Dosierung - Li-Do" untersucht werden sollen.
Die vielfältigen Ursachen der Geruchsbelästigungen unter Mitwirkung von Schwefelwasserstoff (H_2S) erfordern eine systematische Messung im Gasraum und des Abwassers. Wichtige weitere Parameter für die Erstbewertung sind der Sauerstoffgehalt am Anfang und Ende der geschlossenen Leitung, der pH-Wert und die Temperatur [1,2]. Geruchsintensiv können auch Mercaptane und organische Säuren wirken. Unter anaeroben Bedingungen können sich auch aus Eiweißen und Aminosäuren geruchsbelästigende Amine, Indole und Skatole bilden [3]. Diese Stoffe sind gegebenenfalls ergänzend zu analysieren.

1. Messungen im Abwassernetz

Die Messungen im Abwassernetz können derzeit nur diskontinuierlich durch eine (qualifizierte) Stichprobe erfolgen, da die Druckverhältnisse in den Leitungen oft eine direkte Sondenmessung nicht zulassen. Eine Konservierung der Probe z.B. durch Zinkacetat ist unabdingbar, da insbesondere der Schwefelwasserstoff leicht flüchtig ist.
Mit einer einfachen Stichprobe können orientierende Untersuchungen durchgeführt werden. Die qualifizierte Stichprobe, wie sie im Bereich der Kläranlage bekannt ist, betrachtet einen längeren Zeitabschnitt. Hier werden mindestens 5 Proben im Abstand von mindestens 2 Minuten über eine Zeitspanne von höchstens 2 Stunden entnommen. Spitzenbelastungen können durch die Vermischung der Proben nicht ermittelt werden. Zudem müsste jede Probe sofort konserviert werden.
Dauerproben können kontinuierlich oder diskontinuierlich entnommen werden. Für eine durchflussproportionale Probe ist gleichzeitig der Durchfluss zu erfassen. In Druckleitungen könnte es durch die Pumpenschaltzeiten angenähert werden. Die zeitproportionale Messung wird hier häufiger eingesetzt.
Dabei besteht aber die Unsicherheit, dass trotz Geruchsbelästigung in der Abluft hier kein Sulfid mehr nachgewiesen werden kann, da das Abwasser bereits von der Entnahmestelle transportiert wurde. Aufgrund dieser begrenzten Probenahme- und Analysenmöglichkeiten in realen Druckleitungsanlagen wegen der eingeschränkten Zugänglichkeit und hohen Drücken muss für die detaillierte Untersuchung eine Versuchsanlage aufgebaut werden.

2. Miniplant-Anlage

Geplant ist im Rahmen des Projektes der Aufbau einer Miniplant-Anlage mit einer Länge von 20 m, wobei hier auf einer Länge von 5 m belüftet werden soll, um eine ausreichende Beruhigungsstrecke zu erhalten.



Die Dimensionierung sollte die Verhältnisse der Praxisanlage nachbilden. Die Daten der Praxisanlage und möglicher Dimensionen der Miniplant-Anlage sind in Tabelle 1 dargestellt.

	Praxisanlage	Versuchsanlage		
Ort A - Ort B	701,00 m³/d	0,14 m³/d	**0,21 m³/d**	0,48 m³/d
Ort B - Ort C	832,00 m³/d			
Summe	1.533,00 m³/d	0,30 m³/d	**0,46 m³/d**	1,04 m³/d
Förderleistung	176,00 m³/h	**40,00 l/h**	**60,00 l/h**	**140,00 l/h**
Laufzeit pro Tag	8,71 h	7,40 h	**7,70 h**	7,43 h
Strömungsgeschwindigkeit Soll	1,00 m/s			
Förderleistung bei gl. Strömungsg.	176,00 m³/h	**18,10 m³/h**	**28,27 m³/h**	**63,62 m³/h**
Belüftung	325 l/min	0,063 l/min	**0,098 l/min**	0,220 l/min
Länge	7.380 m	20 m	20 m	20 m
Volumen	521 m³	0,10 m³	**0,16 m³**	0,35 m³
Durchmesser DN	300	80	**100**	150
Verweilzeit in h durch interm. Betrieb	8,16	8,16	8,16	8,16

Tabelle 1: Gegenüberstellung der relevanten Dimensionen der Praxisanlage und der möglichen Dimensionen der Miniplant-Anlage

Hieraus wird ein Problem für die Auslegung deutlich. Um die intermittierende Betriebsweise (Pumpenlaufzeit und Stillstandzeit) abzubilden, muss die Förderleistung zwischen 40 und 140 l/h betragen.
Um die Strömungsgeschwindigkeit von 1 m/s in der Leitung nachzubilden, wäre jeweils eine etwa 470-fache Förderleistung erforderlich, was einer Pumpenlaufzeit von unter einer Minute pro Tag entspräche. Da für die zu untersuchenden biologischen Prozesse die Verweilzeiten maßgeblich sind, wird die deutlich geringere Strömungsgeschwindigkeit in Kauf genommen. Die Sielhautablösung muss deshalb manuell erfolgen.
Augewählt wird die Dimensionierung von DN 100 für die Anlage. Der der Praxisanlage entsprechende Luftvolumenstrom ist hier ausreichend groß, um ihn mit der linearen Belüftung einstellen zu können. Die Verweilzeit kann durch die intermittierende Betriebweise den Praxisbedingungen bei allen Rohrdimensionen angepasst werden.

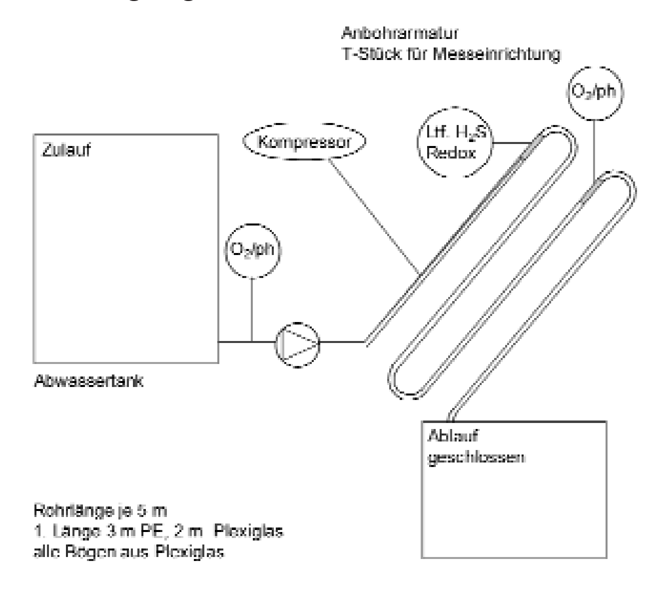
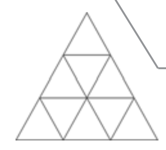


Bild 1: Schematischer Aufbau der Versuchsanlage



Der schematische Aufbau der Anlage ist in Bild 1 gezeigt. Die Leitung wird neigungsvariabel (2-20°) aufgebaut werden. Die Rohrleitung wird in Plexiglas ausgeführt, so dass das Blasenbild bei der Belüftung des Abwassers in der steigenden und fallenden Leitung beobachtet werden kann. Leider ist damit die Druckstabilität auf 2 bar begrenzt, so dass die Versuche nur bei Drücken, wie sie in flachen Druckleitungen vorherrschen, gefahren werden kann. Die Online-Messungen erfolgen über Mess-Sonden. In den Praxisanlagen können dann die Werte für den Druckbereich von 6-8 bar aufgenommen werden.
Ziel der Untersuchung ist, den optimalen Luftvolumenstrom zu bestimmen, bei dem die Sulfidbildung und der Abbau von leichtabbaubaren Stoffen (insbesondere Kohlenstoff) minimiert ist. Neben der Sulfidbildungsrate wird auch der Stickstoffabbau aufgenommen, um die Vorgänge mit dem ASM 1 Modell in der Software SIMBA simulieren zu können.

3. Fazit

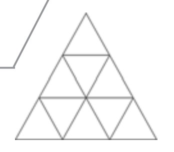
Durch die Versuchsanlage können Online-Messungen durchgeführt werden, die unter Praxisbedingungen nicht realisierbar sind. Es werden unterschiedliche Betriebszustände abgebildet und die folgenden Parameter variiert:

- Abwasserzusammensetzung
- Abwasseralter
- Steigung/Gefälle
- Temperatur

Somit können Modellierungsparameter für die Geruchsminderung durch lineare Belüftung bestimmt werden. Das Projekt wird durch die AiF im Programm FH³ - FKZ 1758X05 bis 2009 gefördert.

Literatur

[1] DWA-Merkblatt M 154 Geruchsemissionen aus Entwässerungsystemen - Vermeidung und Verminderung, Oktober 2003, GFA e.V., Hennef
[2] DWA-Merkblatt M 168 Korrosion von Abwasseranlagen - Abwasserableitung, Juli 1998, GFA e.V., Hennef
[3] Barjenbruch, Dohse, Bewertung von Maßnahmen zur Verringerung der Geruchs- und Korrosionserscheinungen im Kanalnetz des ländlichen Raumes, Abschlussbericht LAWA Projekt Nr. AA 1.01, 2004, Universität Rostock



M. Wieland

Chancen und Risiken von erdüberdeckten Versickerungsanlagen aus quaderförmigen Kunststoffmodulen

Marko Wieland, Tel.: (0176) 21186253, Hochschule Anhalt (FH), Abteilung Straßenbautechnik, Bernburger Str. 55, 06366 Köthen

Kurzfassung

In den letzten Jahren werden verstärkt unterirdische Versickerungsanlagen hergestellt, die aus quaderförmigen Kunststoffmodulen bestehen. Einheitliche Qualitätsstandards, die dem Planer einen eigenen Standsicherheitsnachweis oder eine Beurteilung alternativ angebotener Systeme hinsichtlich ihrer Gleichwertigkeit ermöglichen, existieren derzeit noch nicht. Andererseits zeigt eine in letzter Zeit zu beobachtende Häufung von Schadensfällen, dass bei dem Bestreben, immer kostengünstigere Produkte anzubieten, Grenzen hinsichtlich der zulässigen Belastbarkeit solcher Anlagen überschritten werden. Insbesondere hat sich gezeigt, dass bei der versuchstechnischen Ermittlung der zulässigen Druckfestigkeit die Langzeitfestigkeit maßgebend ist.

1. Einleitung

Die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser stellt ein technisch und ökologisch besonders vorteilhaftes Entwässerungsverfahren dar und führte in den letzten Jahren zu einem zunehmenden Bau von derartigen Versickerungsanlagen. In innerstädtischen Bereichen werden aus Platzgründen vorzugsweise unterirdische Versickerungsanlagen erstellt. In Weiterentwicklung der Rohr-Rigolenversickerungsanlagen wurden in den letzten Jahren von verschiedenen Herstellern neue Varianten von unterirdischen Versickerungsanlagen angeboten, die in der ATV 138 noch nicht beschrieben sind. Es handelt sich hierbei um großformatige Versickerungsrigolen, die aus quaderförmigen Kunststoff-Hohlkörpermodulen mit perforierten Außenwänden zusammengesetztwerden. Die Einzelmodule bestehen meist aus Polypropylen (PP), besitzen eine Speicherfähigkeit von bis zu 95 % des Gesamtvolumens und benötigen einen geringen Transport-, Zeit- und Einbauaufwand.

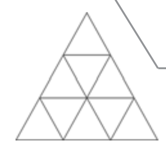
2. Risiken hinsichtlich der Belastbarkeit von Versickerungsrigolen aus Kunststoffmodulen

Das Hauptproblem derartiger erdüberdeckter Versickerungsrigolen stellt ihre Belastbarkeit dar. Die Angaben der verschiedenen Hersteller unterscheiden sich hierzu beträchtlich. Einige geben für den Einbau unter Verkehrsflächen Werte für die maximal aufbringbare Vertikalspannung an; andere begrenzen die aufbringbare Vertikalspannung indirekt durch Limitierung der Überdeckungshöhe oder der Anzahl der Modullagen. Darüber hinaus werden für Versickerungsrigolen unter Verkehrsflächen auch Mindestüberdeckungshöhen vorgegeben. Angaben zu den maximal aufbringbaren horizontalen Spannungen (z.B. aus Erddruck, Verdichtungserddruck) werden nicht gemacht. Einwirkende Lasten auf einen Versickerungsblock im eingebauten Zustand können sein:

- vertikale Flächenauflast an der Geländeoberfläche (z.B. als Verkehrlast SLW 60)
- vertikale Erdauflast σvg auf dem Versickerungsblock (Gewicht aus Erdüberdeckung)
- horizontaler Erddruck in Form der aktiven Erddruckspannung $e_{ah,g+p}$

Darüber hinaus sind die Beanspruchungen während des Einbaus zu beachten. Wie z.B.:

- erhöhte aktive Erddruckspannungen infolge des Verdichtungserddrucks
- einseitige Horizontalbeanspruchungen auf den Versickerungsblock infolge unterschied lich hoher Arbeitsraumhinterfüllungen.



Ferner ist zu beachten, dass der Versickerungsblock für eine Nutzungsdauer von 60 Jahren bemessen werden sollte und Kunststoffe (PP) unter Dauerbeanspruchung zu einem ausgeprägten Kriechverhalten neigen bzw. die Festigkeit stark von der Umgebungstemperatur abhängt. Die unterschiedlichen und zum Teil auch ungenügenden Angaben zur Belastbarkeit erschweren es dem Planer solcher Versickerungsanlagen, die Standsicherheit eines Systems im eingebauten Zustand zu beurteilen oder durch eigene Berechnungen nachzuweisen.

3. Untersuchungen zu Schadensfällen

In Untersuchungen zu Schadensfällen an Versickerungsrigolen aus Kunststoffmodulen wurde festgestellt, dass eine konzentrierte Analyse der Tragfähigkeit unumgänglich ist.
Es wurden nachfolgend aufgeführte Kurzzeit- und Langzeit-Druckversuche durchgeführt:
- Druckversuche an Einzelmodulen, ohne seitliche Einbettung und Variation der Umgebungstemperatur (10 und 20°C)
- Druckversuche an Doppelmodulen (2 Einzelmodule übereinander), ohne seitliche Einbettung, mit Variation der Umgebungstemperatur (10 und 20°C)
- Druckversuche an Doppelmodulen, mit seitlicher Einbettung in verdichtetem Kiessand, mit Variation der Umgebungstemperatur (10 und 20°C)
- Zeitstandversuche (Kriechversuche) an Doppelmodulen, mit seitlicher Einbettung in ver dichtetem Kiessand, mit Variation der Umgebungstemperatur (10 und 20°C)

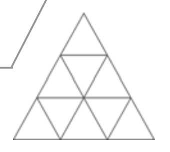
Die ermittelten Werte lagen unter der vom Hersteller angegebenen Dauerbelastbarkeit und auch unter der vorhandenen Vertikalbeanspruchung im Einbauzustand. Dies zeigte, dass die eingebauten Kunststoffmodule von vornherein eine zu geringe vertikale Druckfestigkeit aufwiesen.

4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Tendenz, technisch hochwertige und standsichere Versickerungsanlagen aus quaderförmigen Kunststoffmodulen herzustellen, ist zweifelsohne zu begrüßen. Aus den bisher gewonnenen Untersuchungsergebnissen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Die Langzeitfestigkeit $\sigma_{D,d}$ in vertikaler u. in horizontaler Richtung muss bekannt sein.
2. Die Kurzzeitfestigkeit $\sigma_{D,0}$ kann weit über der Langzeitfestigkeit $\sigma_{D,d}$ liegen.
3. Druck- und Zeitstandversuche an seitlich eingebetteten Kunststoffmodulen ergeben deutlich höhere Druckfestigkeiten als im seitlich unbehinderten Zustand.
4. Die Druck- und Zeitstandversuche sollten bei verschiedenen Umgebungstemperaturen durchgeführt werden.
5. Für den Einbau unter Verkehrsflächen ist die Mindest-Überdeckungshöhe $Ü_{min}$ in dynamischen Zeitstandversuchen zu ermitteln.
6. Die maßgebende Langzeitfestigkeit sollte auch Einflüsse aus möglichen Beschädigungen in Form von Abminderungsfaktoren berücksichtigen.
7. Für den Einbau in Baugruben sollten Mindestanforderungen an den Zustand der Baugrubensohle gestellt werden (Quer- u. Längsneigung, Tragfähigkeit und Ebenheit).

Den Planern und Bauunternehmen ist vor dem Bau von Versickerungsanlagen aus Kunststoffmodulen zu empfehlen, sich von den Herstellern fachgerecht erstellte Nachweise über die Eignung der Versickerungsmodule für den vorgesehenen Zweck vorlegen zu lassen. Diese sollten vor allem die von der Versickerungsrigole auf Dauer aufnehmbaren Spannungen sowohl in vertikaler Richtung als auch in beiden horizontalen Richtungen beinhalten.



J. Kafka / O. Pänke / F. Lisdat

Impedimetrische DNA-Detektion auf Goldchipelektroden

Jan Kafka, Tel.: (030) 9620 9994, E-Mail: Jan Kafka@gmx.de, Technische Fachhochschule Wildau, Bahnhofstraße 1, 15745 Wildau b. Berlin

Neben vielen anderen DNA-Nachweisverfahren etablieren sich insbesondere elektrochemische DNA-Nachweise in der Forschung und der klinischen Diagnostik. Sie ermöglichen im Gegensatz zu den bisher gängigen fluoreszenzbasierten Methoden eine schnelle und sensitive DNA-Detektion ohne den Einsatz aufwendiger und anspruchsvoller Technik.
Hierbei beruht die Identifizierung eines zu untersuchenden DNA Stranges auf dem Nachweis einer erfolgten Hybridisierung, einer hoch spezifischen Basenpaarung zweier komplementärer DNA-Stränge, welche sich in einem Gemisch aus vielen verschiedenen nicht komplementären Sequenzen befinden können (Abbildung 1).

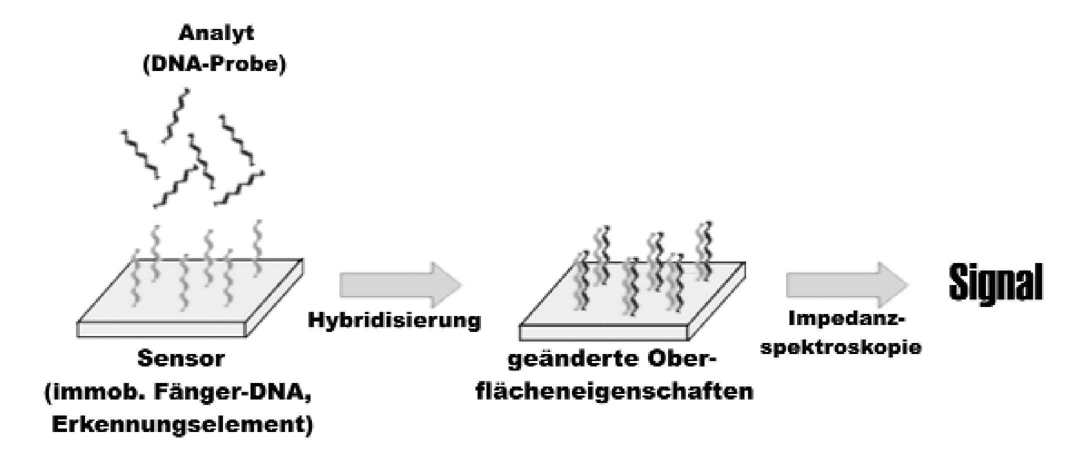
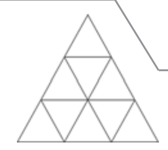


Abbildung 1: generelles Prinzip eines DNA-Biosensors: Der Zielstrang hybridisiert an einem Fänger-Strang, der auf einer Oberfläche immobilisiert ist. Die Hybridisierung führt zu einer Veränderung der Oberflächeneigenschaften, welche mittels eines geeigneten Signalumwandlers detektiert werden kann. Elektrochemische Biosensoren nutzen elektrochemische Umsatzreaktionen zur Erzeugung eines elektrischen Signals.

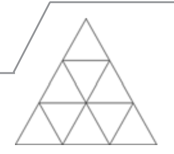
In der vorgestellten Arbeit wurde ein regenerierbares impedimetrisches Messsystem zur mehrfachen Detektion von DNA-Hybridisierungsereignissen auf einer planaren Goldchipelektrode entwickelt. Grundlage hierfür war ein in der AG Lisdat, TFH Wildau, etabliertes System zur voltammetrischen DNA-Bestimmung (Pänke, 2006).
Zunächst wurde die Immobilisierung der Fänger-DNA auf der Sensoroberfläche optimiert. Dies bewirkte eine Erhöhung der Oberflächendichte an hybridisierungsfähiger DNA von durchschnittlich 3,1 $\pm$ 1,0 pmol/cm² auf 5,2 $\pm$ 0,5 pmol/cm².
Bei ersten impedimetrischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich die Impedanzspektren einer Goldchipelektrode im denaturierten und hybridisierten Zustand auch nach mehrfach aufeinander folgenden Denaturierungen bzw. Hybridisierungen deutlich unterschieden. Die Beschreibung der Impedanzspektren mit Hilfe eines Ersatzschaltbildes zeigte, dass die Veränderung in Abhängigkeit des Hybridisierungszustandes vor allem auf einer Veränderung des Durchtrittswiderstandes an der Elektrodenoberfläche beruhte. Weiterhin wurde festgestellt, dass der mittlere Durchtrittswiderstand mit steigender



Anzahl an Messzyklen beträchtlich zunahm. Dies konnte im Wesentlichen auf die verwendete Denaturierungslösung zurückgeführt werden. Aus diesem Grund wurden Isopropanol, Guanidinhydrochlorid und Harnstoff als alternative Denaturierungsreagenzien zum bisher verwendeten Natriumcarbonat untersucht. Dabei erwies sich Harnstoff als am besten geeignet, da hier die Zunahme des Durchtrittswiderstandes pro Messzyklus am geringsten ausfiel. Im Zuge der Entwicklung zur analytischen Einsatzfähigkeit wurde weiterhin festgestellt, dass der Prozess der Denaturierung bereits nach 0,5 min, die Hybridisierung nach 5 min abgeschlossen war. Somit ließ sich die Gesamtzeit für einen Messzyklus von 30 min auf 15 min reduzieren. Bei der Untersuchung des Sensorverhaltens unter Verwendung der optimierten Messbedingungen verbesserte sich sowohl die Signalstabilität als auch die Signalstärke. Die Hybridisierung der Sensoroberfläche mit komplementärer ss-DNA bewirkte mindestens eine Verdreifachung des Durchtrittswiderstands im Vergleich zur denaturierten Oberfläche. Demgegenüber führte die Inkubation der Sensoroberfläche mit nicht-komplementärer ss DNA nur zu vernachlässigbaren Durchtrittswiderstandsänderungen.
Die Bestimmung des Durchtrittswiderstandes in Abhängigkeit von der komplementären DNA-Konzentration lieferte eine Kalibrierkurve für deren quantitative Bestimmung. Für die Quantifizierung ergab sich ein Halbwert von 349 $\pm$ 26 nM, sowie eine untere Nachweisgrenze von 100 nM. Weiterhin wurden fünf DNA-Stränge mit einzelnen Basenfehlpaarungen untersucht. Alle fünf DNA-Stränge bewirkten gegenüber der komplementären ss-DNA kleinere Durchtrittswiderstandsänderungen. Bei einem Vergleich der Signale untereinander, wurden Abstufungen festgestellt. Es konnten jedoch im Rahmen des Messfehlers nicht alle Basenfehlpaarungen eindeutig von einander unterschieden werden. Für ein Oligonukleotid mit einer GT-Basenfehlpaarung wurde ein maximaler Unterschied im Vergleich zur komplementären DNA beobachtet. Für dieses Oligonukleotid wurde zusätzlich eine Affinitätsbestimmung durchgeführt. Es wurde erwartungsgemäß eine geringere Affinität zum immobilisierten Strang gefunden (Halbwert: 700 $\pm$ 140 nM). Die geringere Affinität ist jedoch nicht geeignet, die geringere Durchtrittswiderstandsänderung zu erklären, da die Messungen zur Detektion der Basenfehlpaarungen in jedem Fall unter sättigenden DNA Konzentrationen durchgeführt wurden. Die Ursache der unterschiedlichen Signalhöhen müssen strukturellen Unterschieden (auf der Sensoroberfläche) zugeordnet werden.
Abschließend wurde untersucht, ob der impedimetrische Sensor auch für die Detektion von längeren DNA-Strängen, wie sie in Amplifizierungsprotokollen erstellt werden, geeignet ist. Mit einem 37mer wurde hierbei ein eindeutiges Signal erhalten. Auch die Wiederverwendbarkeit blieb erhalten.
Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im Rahmen der Arbeit eine impedimetrische Sensorplattform entwickelt werden konnte, die eine wiederholte Detektion von einzelsträngiger DNA erlaubt und keine zusätzliche Markierung des Biomoleküls benötigt.

Literatur

[1] O. Pänke, A. Kirbs & F. Lisdat (2006), Voltammetric Detection of Single Base-Pair Mismatches and Quantification of Label-free Target ssDNA Using a Competitive Binding Assay" Biosens. and Bioelectron., doi:10.1016/j.bios.2006.10.033



T. Rudloff / Tilo Heimbold / Th. Minner

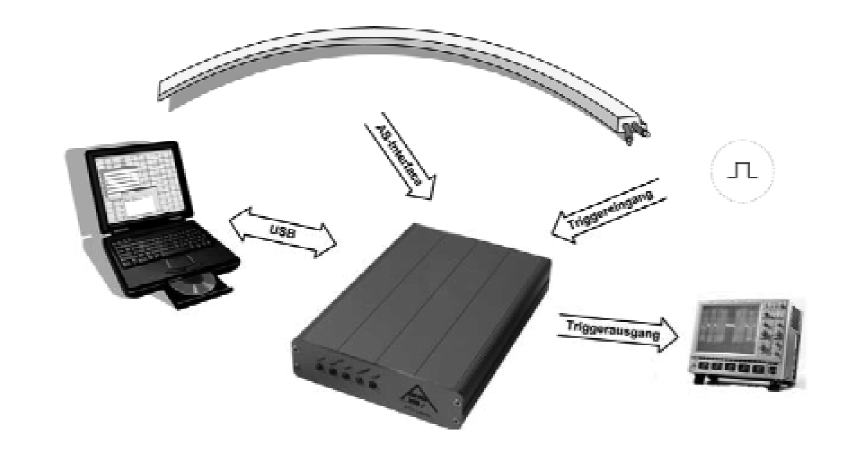
Neuartige Diagnose- und Servicestrategien in der prozessnahen Datenkommunikation

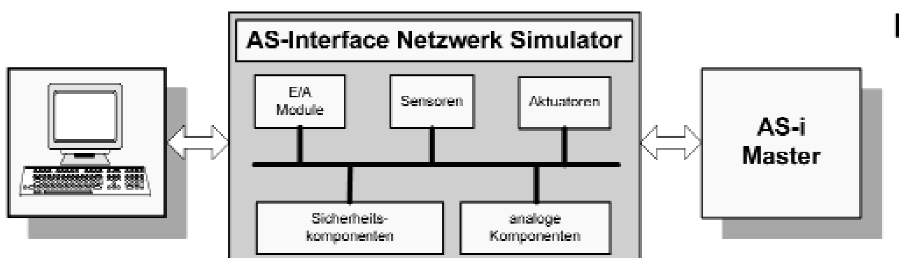
Tobias Rudloff, Tel.: (0341) 3076 1136, E-Mail: asi-tools@ftz-leipzig.de, Forschungs- und Transferzentrum Leipzig e.V. an der HTWK Leipzig (FH), Wächterstrasse 13, 04107 Leipzig

- der Einsatz der FPGA Technologie erlaubt die Realisierung leistungsfähiger Diagnose- und Entwicklungswerkzeuge für die AS-Interface Welt und ermöglichen somit sowohl die Kontrolle als auch die gezielte Manipulation des Netzes
- Unterstützende Werkzeuge für einen einfachen Umgang mit AS-Interface Systemkomponenten
- geeignet für Entwicklung, Projektierung, Inbetriebnahme, Visualisierung, Wartung und Ausbildung
- nahezu vollständige Systemabdeckung

ServiceBook

- Online Monitoring
- Analysefunktion
- Datalogger
- Stabilitätsprüfung
- Fehleridentifikation
- Systemcheck
- Power Fail Detection
- Netzkonfigurationsprüfung
- Datenbank



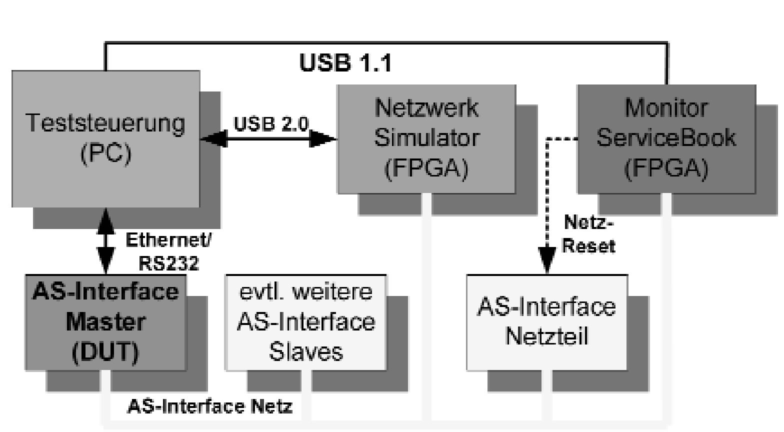


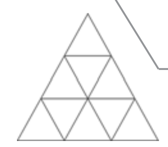
Netzwerk Simulator

- Mastertest
- Slavetest
- Komplette Netzgenerierung
- Stabilitätsprüfung
- Fehlergenerierung
- Slavesimulation
- Zeitvariationen

Testapplikation AS-Interface

- AS-Interface Test nach Spec.3.0
- Netzfunktionsprüfung
- Fehlersimulation und Detektierung
- Stabilitätsprüfung von Netz und Komponenten
- Systemcheck
- gezielte Netzabschaltung
- Netzkonfigurationssimulation und Diagnose





M. Brutscheck / A. Kopp / E. Rosenfeld / St. Becker / M. Schwanecke

Elektronische Fokussierung von Leistungs-Ultraschall unter Verwendung von Field Programmable Gate Array (FPGA)

Michael Brutscheck, Tel.: (03461) 462 406, E-Mail: michael.brutscheck@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg, Fachbereich Informatik und Kommunikationssysteme, Geusaer Str. 88, 06217 Merseburg

Abstract
Es wird ein elektronisch scannendes Ultraschallwandlersystem vorgestellt, das auf der Basis eines Lineararrays mit 16 Elementen arbeitet. Neu dabei ist die Verwendung eines FPGA zur Erzeugung der erforderlichen Verzögerungszeiten. Die Arbeit gibt eine kurze Einführung in das Prinzip der dynamischen Fokussierung und präsentiert eine Anwendung, die sich auf die Erzeugung von Ultraschall höherer Intensität bezieht.

I Einleitung

Die dynamische Fokussierung von Schallwellen ist in der medizinischen Ultraschall-diagnostik ein übliches Verfahren. Auch im Bereich des Leistungsschalls gibt es diesbezügliche Anwendungen. Wie in [4] beschrieben, werden fokussierende Strahler eingesetzt, um den Schalldruck zu erhöhen. Unter der Fokussierung eines Schallfeldes in einem Abstand versteht man die Einschnürung des Schallbündels unterhalb der Schwingerabmessung. Bei der Fokussierung wirken immer zwei Effekte mit. Dies sind zum einen wellenphysikalische Effekte bei der Beugung an einer begrenzten Schallquelle, an einem begrenzten Reflektor oder an einer begrenzten Linse. Weiterhin spielen geometrische Effekte bei der Brechung durch gekrümmte Schwinger, Reflektoren oder Linsen eine wichtige Rolle. Bei der hier angewandten dynamischen Fokussierung entsteht ein definiertes Schallfeld durch gezielte Überlagerung der Einzelschallfelder, d.h. durch eine zeitlich versetzte Ansteuerung der Einzelultraschallwandler.

II Ultraschallwandler

Das in diesem Projekt verwendete Lineararray besteht aus 16 einzelnen Ultraschallwandlern. Diese haben alle die gleichen Abmaße der Wandlerfläche von ca. 3x20mm und besitzen die gleichen Abstände zueinander. Des Weiteren sind die Einzelelemente horizontal in einer Ebene angeordnet. Jeder Einzelwandler besitzt eine Resonanzfrequenz von 965 kHz. Werden alle 16 Ultraschallwandler gleichzeitig angesteuert, ergibt sich eine natürliche Fokussierung durch Überlagerung von 16 Einzelschallfeldern. Durch die berechnete, phasenversetzte Ansteuerung der Einzelelemente ergibt sich jedoch ein überlagertes Schallfeld, welches als Ergebnis einen Focus besitzt. Für die Unterstützung bei der Herstellung des verwendeten Lineararrays geht ein besonderer Dank an Herrn Dr. Klaus-Peter Richter von der Firma Sensor & Transducer Technologie, Mühlanger.

III Elektronik

Zur Realisierung der benötigten Verzögerungszeiten wird ein FPGA aus der ACEX-Familie der Firma ALTERA verwendet, der ausführlich in [1] beschrieben wurde. Der programmierbare Logikbaustein befindet sich auf einem Testboard der Firma El Camino. Auf diesem wird eine Frequenz von 967,74kHz erzeugt, die hinreichend genau für die Ansteuerung des Lineararrays ist. Die Einzelwandler werden im so genannten continous wave (CW)-Betrieb angesteuert. Die Reihenfolge der Ansteuerung kann jederzeit verändert werden. Die benötigten Verzögerungen zwischen den Ultraschallwandlern wurden berechnet und auf dem Testboard erfolgreich imple

mentiert. Die minimale zeitliche Verschiebung zwischen zwei Wandlern beträgt 16,7ns. Die Berechnung der Verzögerungszeiten erfolgte durch Schallfeldsimulationen auf der Basis der Gleichung von [5]. Dabei wurden neun verschiedene Zustände bzw. Foci realisiert, wobei die Verweildauer jedes Focus ca. 2s beträgt. Jeder auftretende Zustand kann durch einen Taster angehalten werden. Eine erneute Betätigung startet die kontinuierliche Abarbeitung aller neun Foci.

IV Darstellung des Schallfeldes

Zur Berechnung des Schallfeldes wird die physikalische Größe Schalldruck herangezogen. Hierbei ergibt sich der gesamte Schalldruck in einem Punkt aus der Integration über die aktive Fläche des Strahlers.

Es wird angenommen, dass jeder Einzelwandler als oszillierender Kolben angesehen werden kann. Zur Veranschaulichung und Bewertung des realisierten Wandlers wurde eine Schlierenoptik verwendet. Abb. 1 zeigt das Schallfeld einer elektronischen Fokussierung zu einem bestimmten Zeitpunkt. Wie in Abb. 1 zu erkennen ist, wird das Schallfeld im Array erzeugt und verläuft dann von oben nach unten, bis schließlich eine fokussierende Wirkung eintritt.

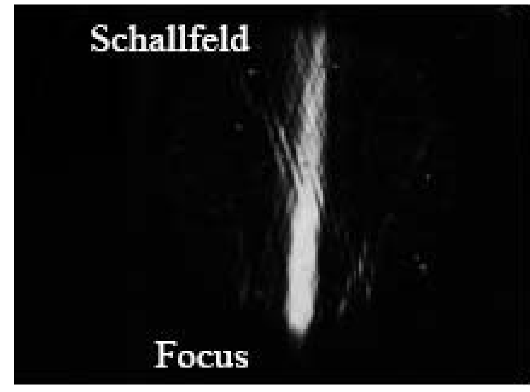


Abb. 1: Schlierenbild

V Zusammenfassung

Im vorliegenden Projekt entstand ein System zur elektronischen Fokussierung von Leistungsultraschall. Im speziellen Fall wurde ein "Leistungschallpendel" unter Verwendung eines eindimensionalen Lineararrays realisiert. Vorteile dieses Systems gegenüber herkömmlichen mechanischen Systemen sind die Reduzierung des Platzbedarfs durch kleinere Gehäuseabmessungen sowie die signifikante Einsparung von Kosten für Wartung und Reparatur von mechanischen Verschleißteilen. Anwendung könnte dieses "Pendel" zum Beispiel in Ultraschallreinigungsbädern zur schonenden Reinigung finden. Aber auch andere Anwendungen sind durch die flexible Programmierung und somit Fokussierung der Ultraschallwandler denkbar. Die Arbeiten werden mit dem Ziel der Entwicklung eines 2D Arrays fortgesetzt.

VI Literaturverzeichnis

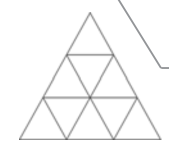
[1] M. Brutscheck, St. Becker, M. Schwanecke, E. Rosenfeld, E. Schölzel, A. Kopp: "Ein Verfahren zur elektronischen Fokussierung von Ultraschall unter Verwendung von programmierbaren Logikbausteinen," 7. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, Wernigerode, Deutschland, Seite 227-228, Januar 2006.

[2] M. Schwanecke, E. Rosenfeld, A. Kopp, M. Brutscheck: "Laseroptische Charakterisierung von fokussierten Ultraschallfeldern," 7. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, Wernigerode, Deutschland, Seite 77-80, Januar 2006.

[3] H. Kuttruff: "Akustik - Eine Einführung," S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 2004.

[4] J. Krautkrämer, H. Krautkrämer: "Werkstoffprüfung mit Ultraschall," Springer-Verlag, Berlin, 1986.

[5] J. Zemanek: "Beam Behavior within the Nearfield of a Vibrating Piston," The Journal of the Acoustical Society of America, Volume 49, Issue 1B, Seite 181-191, Januar 1971.



R. Illgen / R. Stenzel / W. Klix / T. Herrmann / St. Dünkel

Verbesserte Dotandenaktivierung für Hochgeschwindigkeits-Logiktransistoren durch neuartige thermische Ausheilprozesse

Ralf Illgen, Tel.: (0351) 462 3328, E-Mail: ralf.illgen@et.htw-dresden.de, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden

KURZFASSUNG

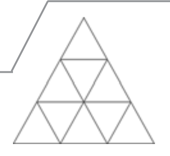
Für die Entwicklung von Transistoren der Technologiegenerationen 65 nm und darunter ist es notwendig, neue Techniken zur thermischen Behandlung zu evaluieren. Bei der kontinuierlichen Skalierung der MOSFETs (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) ist es erforderlich, möglichst flache und abrupte Dotierungsprofile zu erhalten. Aus diesem Grund werden am Fraunhofer Center Nanoelektronische Technologien (CNT) sowie bei AMD in Dresden Arbeiten zur Erforschung von Diffusions- und Aktivierungsprozessen durchgeführt, um neuartige thermische Kurzzeitprozesse als Schlüsselmodule für die Herstellung von Hochgeschwindigkeits-Logiktransistoren bereitzustellen.

EINLEITUNG

Bei der Herstellung von Transistoren ist das thermische Budget, d.h. die Zeiten, bei denen im Anschluss an die Gateherstellung der Siliziumwafer erhöhten Temperaturen (>200°C) ausgesetzt ist, entscheidend für die Funktionalität des Transistors. Zur optimalen Aktivierung der Source/Drain-Implantationen bei gleichzeitiger Vermeidung unnötiger Diffusion müssen extrem kurze Ausheilzeiten bei hohen Temperaturen realisiert werden. Die Aktivierungsvorgänge im Festkörper sind dabei im Rahmen der erreichbaren Temperatur-Zeit-Profile wenig abhängig von der Prozesszeit, während Diffusionsvorgänge durch die Verkürzung der Prozesszeit reduziert werden können. Mit dem derzeitig angewandten Ausheilverfahren, dem Spike-Rapid-Thermal-Annealing (Spike-RTA), sind aus diesem Grund extrem oberflächennahe pn-Übergänge mit maximaler elektrischer Aktivierung nicht mehr realisierbar. Durch den Einsatz von neuartigen thermischen Ausheilprozessen, wie das Flash- und Laser-Spike-Annealing (LSA), sind diese Forderungen jedoch erreichbar [1]. Die Besonderheiten dieser Verfahren sind das Erhitzen einer nur sehr dünnen Schicht („Surface Heating"), und das „Substrat Selfcooling". Beim „Selfcooling" dient der Wafer als Kühlkörper bzw. Wärmesenke. Der Unterschied zwischen Flash- und LSA-Anlagen liegt in der Art und Weise, wie die Energie auf den Wafer gelangt. Flash-Annealing-Anlagen arbeiten mit Blitzlichtlampen im sichtbaren Wellenlängenbereich, die den gesamten Wafer auf einmal belichten, wohingegen beim LSA ein zeilenweises Belichten (Raster Scan) des Wafers durch eine schmalbandige Laserquelle erfolgt. LSA-Anlagen kann man weiterhin nach unterschiedlichen Betriebsmodi (gepulste oder ungepulste Belichtung) und verschiedenen Belichtungswellenlängen (IR oder sichtbar/UV) unterscheiden.

EXPERIMENTELLE ERGEBNISSE

Anhand von Experimenten an unstrukturierten Wafern konnten erste Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses von verschiedenen Prozessparametern, wie der Vorheiz- und Ausheiltemperatur, gewonnen werden. Bei diesen Experimenten wurden 300 mm-Testwafer mit BF_2 - und As - Ionen implantiert und an einer Flash-Anlage bei einer effektiven Ausheilzeit von 1 ms prozessiert. Die dabei verwendeten Vorheiztemperaturen wurden von 700°C bis 900°C variiert, die Ausheiltemperatur von 1200°C bis 1350°C. Wie aus Abbildung 1 abzulesen ist, führt bei beiden implantierten Dotanden eine Erhöhung der Ausheiltemperatur zu einem niedrigeren Widerstandswert. Dieses Verhalten lässt entweder auf eine weitere Ausdiffusion oder eine



höhere Aktivierung der Dotanden schließen. Anhand von SIMS-Messungen kann belegt werden, dass die Veränderung des Widerstandes nicht auf eine Ausdiffusion, sondern auf eine höhere Oberflächenkonzentration und bessere Aktivierung der Dotanden zurückzuführen ist. Bei der Variation der Vorheiztemperatur sind sehr unterschiedliche Verhaltensweisen der Implantationsstoffe zu erkennen. Wie ebenfalls aus Abbildung 1 ersichtlich, hat bei BF_2 die Vorheiztemperatur überhaupt keinen Einfluss auf den Schichtwiderstand. Der Widerstand wird nur durch Variation der Ausheiltemperatur bestimmt. Bei As hingegen hat die Vorheiztemperatur einen sehr großen Einfluss. Mit steigender Temperatur steigt auch der Widerstandswert. Dieses Verhalten ist auf Diffusions- und Deaktivierungs-Aktivierungs-Prozesse zurückzuführen, die sehr stark von der Temperatur abhängen [2].

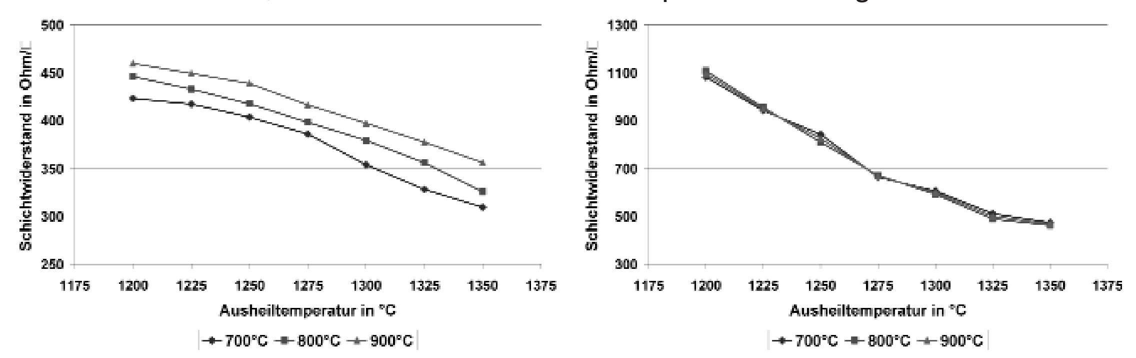


Abb. 1: Schichtwiderstand in Abhängigkeit von Vorheiz- und Ausheiltemperatur (links: As, rechts: BF_2)

Aus den aufgenommenen Daten kann man ableiten, dass die Vorheiztemperatur die Aktivierung und vor allem aber die Diffusion der Dotanden kontrolliert, während die Ausheiltemperatur, nur die Aktivierung der Dotanden bestimmt. Aus diesem Grund ist die Optimierung der Vorheiztemperatur und der Ausheiltemperatur eine Vorraussetzung bei der erfolgreichen Herstellung von extrem oberflächennahen, abrupten Schichten.

ZUSAMMENFASSUNG

Als Ergebnis der gemachten Untersuchungen ist festzuhalten, dass mit Hilfe der neuen Ausheilverfahren eine maximale elektrische Aktivierung der eingebrachten Dotanden bei minimaler Diffusion möglich ist, wodurch extrem oberflächennahe pn-Übergänge realisierbar sind. Flash- und Laser-Spike-Annealing sind aus diesem Grund viel versprechende Alternativen zu den derzeitig benutzten Ausheilungsmethoden, um das gewünschte Transistorverhalten künftiger Technologiegenerationen zu erreichen.

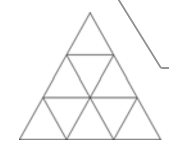
DANKSAGUNG

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01M3167B gefördert und in enger Zusammenarbeit mit AMD Saxony Dresden bearbeitet. Im Rahmen dieses Vorhabens wurden auch Arbeiten am Fraunhofer CNT durchgeführt. Die Autoren danken für die Unterstützung. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

LITERATUR

[1] R. Lindsay, B. Pawlak, J. Kittl et al.: A comparison of spike, Flash, SPER and Laser Annealing for 45nm CMOS, MRS Spring Meeting, 2003

[2] J. Gelpey, S. McCoy, W. Lerch et al.: Advanced Activation and Stability of Ultra Shallow Junctions using flash-assisted RTP, 2006



St. Dünkel / R. Stenzel / W. Klix / T. Herrmann / R. Illgen

Verspanntes Silizium zur Erhöhung der Ladungsträgerbeweglichkeit in MOSFETs mit Gatelängen kleiner 50nm

Stefan Dünkel, Tel.: (0351) 462 3428, E-Mail: stefan.duenkel@et.htw-dresden.de, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden

KURZFASSUNG

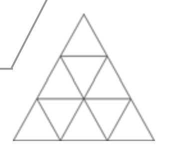
Die fortschreitende Skalierung von MOSFETs (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) ermöglichte in den letzten Jahren eine kontinuierliche Steigerung der Leistungsfähigkeit integrierter Schaltungen. Kurzkanaleffekte und zunehmende Gateleckströme durch das dünner werdende Gateoxid erschweren eine weitere Skalierung, so dass neue Methoden erforscht werden müssen. Neuartige Verfahren wie verspannte Nitrid-Deckschichten oder neue Materialen wie SiGe und SiC besitzen großes Potential, um die wachsenden Anforderungen in der Nanoelektronik zu erfüllen.

EINLEITUNG

In der Mikroelektronik setzt man zunehmend auf neue Verfahren und Materialen, um die Begrenzung durch die Gatelängen-Skalierung zu umgehen. Eine Methode basiert auf der Verwendung von verspanntem Silizium, welches durch eine Erhöhung der Ladungsträgerbeweglichkeiten der Löcher und Elektronen die Leistungsfähigkeit des MOSFET steigert [1]. Verspanntes Silizium wird durch Einprägen mechanischer Verspannung (so genannter Stress) in das Silizium erzeugt und kann als Zug- oder Druckspannung auftreten. In der Industrie werden zurzeit hauptsächlich lokale Verspannungstechniken angewandt, die eine selektive Beeinflussung der n-Kanal MOSFETs (n-MOSFET) und p-Kanal MOSFETs (p-MOSFET) ermöglichen, da diese unterschiedlich auf Druck- und Zugverspannung reagieren. Ein Ansatz zur Stresserzeugung basiert auf dem Einbetten anderer Halbleitermaterialen mit abweichenden Gitterkonstanten in das Silizium. Dies sind Elemente der IV. Hauptgruppe, wie zum Beispiel Germanium (SiGe) oder Kohlenstoff (SiC), welche in die Source/Drain-Gebiete (S/D-Gebiete) des MOSFETs eingebracht werden. Die unterschiedlichen Atomgrößen der verschiedenen Elemente führen zu einer Verzerrung des Kristallgitters, so dass die umliegenden Gebiete ebenfalls verspannt werden. Die geometrische Verformung des Kristallgitters verändert die Bandstruktur des Halbleiters, was zu einer Modifizierung der elektronischen Transporteigenschaften führt und damit die Bauelementecharakteristik beeinflusst.

EXPERIMENTELLE ERGEBNISSE

Im Prozessablauf werden nach der Gate-Strukturierung durch einen anisotropen Ätzschritt Mulden in den zukünftigen S/D-Gebieten des p-MOSFETs erzeugt. Auf dem restlichen Silizium wird nun durch selektive Epitaxie SiGe abgeschieden, welches pseudomorph aufwächst und sich aufgrund der unterschiedlichen Gitterkonstanten des Aufwachs- und Substratmaterials verspannt. Die SiGe S/D-Gebiete induzieren im Kanal eine Druckspannung in horizontale Richtung und eine Zugspannung in vertikale Richtung, wodurch die Löcherbeweglichkeit erhöht wird [2]. Abbildung 1 zeigt die Universalkurven für Transistoren ohne SiGe und für solche mit 20 % Ge bzw. 27 % Ge im SiGe. Die Verschiebung der Universalkurve der Transistoren mit SiGe im Vergleich zu denen ohne SiGe zu höheren Sättigungsströmen bei gleich bleibenden Sperrströmen zeigt eine Verbesserung der Transistor-Performance um ~30 %. Analog zum SiGe existiert für den n-MOSFET der Silizium-Kohlenstoff (SiC). Die Gitterkonstantenabweichung des SiC in den S/D-Gebieten des n-MOSFET im Vergleich zu der des Siliziumsubstrates verursacht eine horizontaler Zugspannung und vertikale Druckspannung



im Kanalgebiet des Transistors, was zu einer Beweglichkeitssteigerung der Elektronen führt [3]. Die Erzeugung von SiC-Schichten stellt noch eine große Herausforderung dar, aufgrund der extrem geringen Festkörperlöslichkeit des Kohlenstoffs in Silizium. Somit ist eine Legierung mit höherem Kohlenstoffgehalt nur metastabil erzeugbar. Der substitutionell eingebaute Kohlenstoff ist für die gewünschte Gitterverspannung verantwortlich, alle anderen Formen (interstitieller Kohlenstoff & Silizium-Karbide) verschlechtern die elektrischen Eigenschaften des Bauelementes erheblich. Experimente zeigen, dass für höhere Kohlenstoffkonzentrationen der substitutionell eingebaute Kohlenstoff in eine Sättigung kommt (Abbildung 2). Der in diesen Versuchen maximal erreichbare Gehalt an substitutionellen Kohlenstoff liegt unter 2%. Der restliche Anteil liegt als interstitieller Kohlenstoff im Silizium.

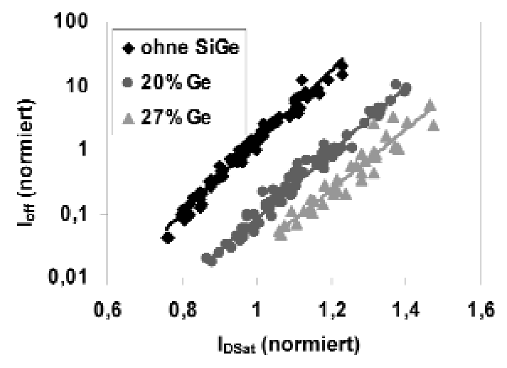


Abb. 1 Universalkurven von p-MOSFETs ohne SiGe und mit SiGe (20 % bzw. 27 % Ge)

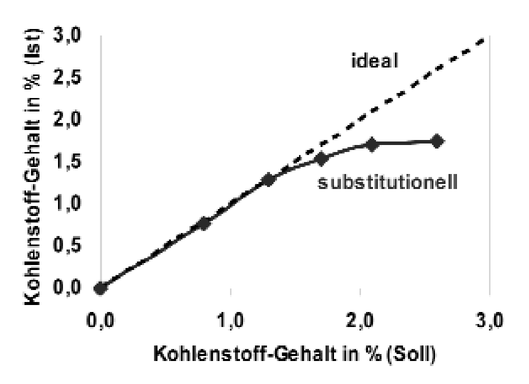


Abb. 2 Abhängigkeit des eingebauten (substitutionellen) Kohlenstoffs vom gesamt im Silizium vorhandenen Kohlenstoff

ZUSAMMENFASSUNG

Für praktische Anwendungen in ULSI-Schaltungen müssen die Technologien zur Beweglichkeitsverbesserung leistungsfähig und kostengünstig sein. Neue Materialen und Verfahren bieten zwar höhere Beweglichkeiten, die steigende Prozesskomplexität, ein verändertes thermisches Budget und Verunreinigungen können zu steigenden Kosten führen. Dennoch werden sie ein wichtiger Bestandteil zukünftiger Schaltkreise sein, um eine weitere Leistungssteigerung zu ermöglichen, besonders da sie auch für zukünftige Technologien skalierbar sind.

DANKSAGUNG

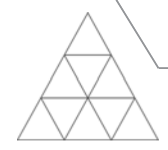
Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01M3167B gefördert und in enger Zusammenarbeit mit AMD Saxony Dresden bearbeitet. Im Rahmen dieses Vorhabens wurden auch Arbeiten am Fraunhofer Center Nanoelektronische Technologien CNT durchgeführt. Die Autoren danken für die Unterstützung. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

LITERATUR

[1] P. R. Chidambaram, C. Bowen, S. Chakravarthi et al.: Fundamentals of Silicon Material Properties for Successful Exploitation of Strain Engineering in Modern CMOS Manufacturing. IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 53, No. 5, pp. 944-964, 2006

[2] C. W. Liu, L. J. Chen: SiGe/Si heterostructures. In Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, H. S. Nalwa, Ed. Stevenson Ranch, CA: American Scientific, 2004

[3] K. W. Ang, K.-J. Chui, H.-C. Chin et al: Enhanced Performance in 50 nm N-MOSFETs with Silicon-Carbon Source/Drain Regions. IEDM Tech. Dig., pp. 1069-1071, 2004



F. Rudert

Zentralisierte Kartenhaltung mittels Interoperablem Web Map Service (WMS)

Frank Rudert, Tel.: (03943) 659 361, E-Mail: frudert@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57 - 59, 38855 Wernigerode

Abstract

Digitale Karten gewinnen immer mehr an Bedeutung. Sei es zur Gewinnung von Informationen über Touristisch Attraktive Ziele oder zur Berechnung von kurzen Strecken in Navigationssystemen. Doch nicht nur im privaten Bereich werden Digitale Kartenwerke benutzt. Planungsunternehmen und Kommunen setzen GIS als Auskunftssysteme ein. Dabei müssen die Daten immer jeweils auf den einzelnen Systemen vorhanden sein um sie zu betrachten und analysieren zu können. Dies bringt jede Menge Nachteile mit sich, welche durch eine intelligente zentrale Verwaltung der großen Datenmengen behoben werden kann. Dass dies nicht immer mit hohen Lizenzgebühren für Serversoftware verbunden sein muss, zeigen OpenSource-Tools, welche kostenfrei zu haben und den eigenen Bedürfnissen anpassbar sind.

1 Einleitung

Karten werden großteils als Informationsmedium gebraucht. Aus privater Sicht liegt er Schwerpunkt meist auf der Navigation in unbekanntem Gelände. Aus wirtschaftlicher Sicht werden sie zur Planung neuer Bauvorhaben in CAD-Systemen oder zur Analyse von Geodaten in GIS-Applikationen eingesetzt. Der Informationsgehalt des Kartenmaterials wächst dabei stetig, so dass der Aufwand beim Datenabgleich auf mehreren Systemen ansteigt. Durch die Umstrukturierung von einer dezentralen hin zu einer zentral basierten Kartenhaltung können hierbei diverse Vorteile erzielt werden. Als technische Lösung für ein solches zentrales System bietet der UMN-Mapserver einen guten Ausgangspunkt.

2 Web Map Service

Der Web Map Service, kurz WMS, wurde erstmals im April 2000 offiziell vom OpenGISConsortium (OGC) in der Version 1.0 genau spezifiziert. Mittlerweile liegt die Spezifikation in der Version 1.3.0 vor.

2.1 Funktionsprinzip

Ein Web Map Service dient in erster Linie dazu, Geodaten in kompakter Form für einen Anwender zur Verfügung zu stellen. Hierfür muss dieser einen Request an den Dienst stellen, welcher vom OGC genau spezifiziert ist. Als Kommunikationsebene wird hierbei auf das HTTP-Protokoll zurückgegriffen. Ein Web Map Service unterscheidet zwischen den 3 verschiedenen Requesttypen GetCapabilities, GetMap und GetFeatureInfo. Der Aufbau dieser Anfragen ist in der vom OGC verabschiedeten Spezifikation standardisiert.

2.1.1 GetCapabilities

Dieser Request generiert auf dem Server eine Datei im XML-Format und liefert diese an den Anwender zurück. Diese Datei beinhaltet Informationen über die Konfiguration des WMSServers sowie die verfügbaren Layer und deren Eigenschaften. Applikationen, welche auf einen solchen WMS-Dienst zugreifen möchten, benötigen ein solches Capabilities-Dokument um anschließend mit dem Wissen dieser Informationen ihre GetMap-Requests an der Server zu generieren.

2.1.2 GetMap

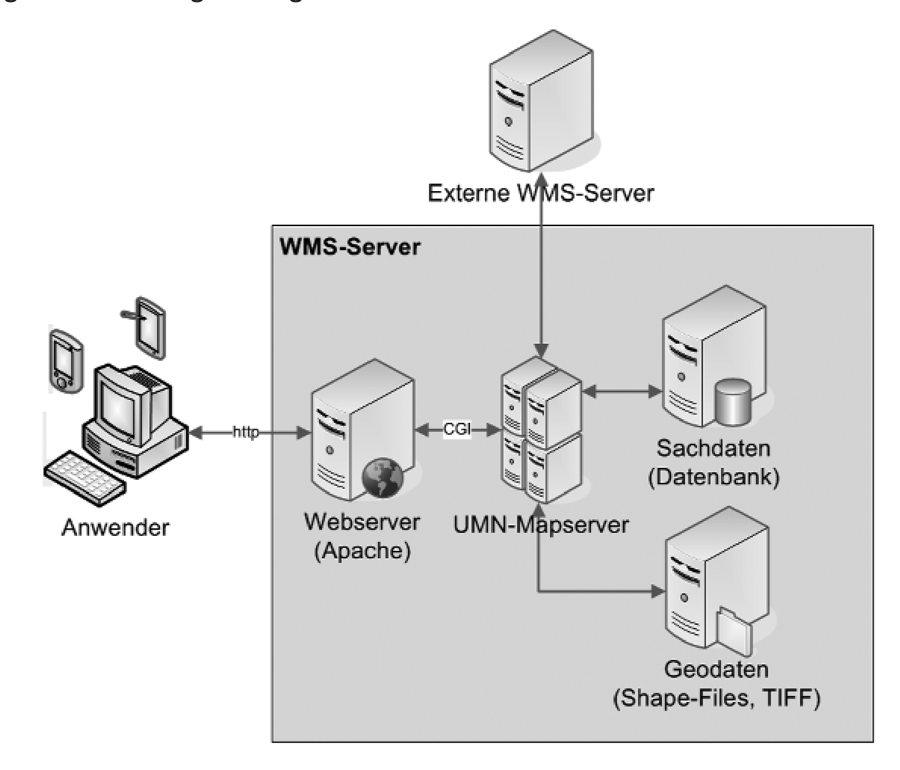
GetMap generiert auf dem Server eine Bilddatei, welche aus den ausgewählten Layern besteht, um diese anschließend an den Anwender zu senden. Als Datengrundlage dienen hierzu die auf dem Server hinterlegten Geodaten. Das Bildformat ist dabei meist in der Konfiguration des Dienstes selbst festgelegt.

2.1.3 GetFeatureInfo

Dieser Request generiert anhand der vorliegenden Geodaten ein Text-Dokument welches die Informationen zum ausgewählten Layer beinhaltet. Durch die standardisierten Requests und dem Rückgabeformat ist es möglich aus den unterschiedlichsten Applikationen heraus Daten abzurufen, welche von dem Web Map Service bereitgestellt werden.

2.2 UMN-Mapserver

Der UMN-Mapserver ist eine Open-Source-Lösung zum OGC-konformen WMS-Betrieb, entwickelt von der University of Minnesota. Er kann über die CGI-Schnittstelle in einen herkömmlichen Webserver wie Apache eingebunden werden und nimmt die OGCkonformen WMS-Requests entgegen um diese zu verarbeiten. Gesteuert wird der UMN-Mapserver mit Hilfe einer Konfigurationsdatei. In dieser Datei werden unter anderem die Datenquellen für die einzelnen Layer festgelegt, sowie auch Angaben zum Erscheinungsbild der Legende gemacht.



3 Zentralisierung der Datenhaltung

Die Probleme einer dezentralen Datenhaltung für das Kartenmaterial sind sehr verschieden. In erster Linie ist es jedoch die Problematik, dass unterschiedliche Mitarbeiter teils nicht mit dem aktuellsten Kartenmaterial arbeiten oder arbeiten können. Der Grundgedanke der zentralen Datenhaltung ist, immer möglichst das aktuellste Material allen Anwendern zur Verfügung zu stellen, die darauf Zugriff haben sollen. Denn nicht jeder Mitarbeiter soll immer Zugriff auf alle Informationen einer Karte haben. Zusätzlich

muss die Bandbreitennutzung in einem erträglichen Maß bleiben. Es soll also nicht bei jedem Zugriff das komplette Kartenmaterial von einem Server herunter geladen werden.

3.1 Vorteil

Die Vorteile beschränken sich jedoch nicht nur auf die reine Aktualität der Daten. Es können hierbei erhebliche Einsparung in den Workstations erzielt werden. Denn nicht jeder Arbeitsplatz benötigt nun den Speicherplatz für das komplette Kartenmaterial, welches ohne größere Probleme einen Umfang von mehreren Gigabyte haben kann. Zusätzlich kann auf dem Serversystem mittels RAID-Technik eine Datenredundanz geschaffen werden, welche dem Datenverlust im Falle eines Hardwaredefektes vorbeugt. Zusätzliche Sicherheit wird geschaffen, da der Betrachter der Daten generell nur Leserechte auf die Geodaten besitzt.Außerdem können Geodaten einfacher publiziert werden. Ein besonders interessanter Aspekt gerade für Stadtverwaltungen, welche Informationen ihren Bürgern über interaktive Kartensysteme bereitstellen möchten.

3.2 Nachteil

Als Nachteil sollte die Rechenleistung des Mapservers erwähnt werden. Bei sehr vielen Zugriffen und durch die extrem großen Datenmengen des Kartenmaterials sollte ein Mapserver mit entsprechender Leistungsfähigkeit aufwarten, welche nach den zu erwartenden Benutzerzugriffen entsprechend skaliert werden sollte. Die Geschwindigkeit der Festplatten spielt hierbei ebenso eine große Rolle, wie die reine Leistung der CPU und die Größe des Arbeitsspeichers. Da der Mapserver für jede Anfrage einen neuen Prozess startet, kann das Hostsystem für den Service entsprechend gut auf die Anzahl der Anwender zugeschnitten werden. Denkbar sind hierbei gewöhnliche Multi-Core-CPUs, als auch ganze Multi-CPUSysteme um die erforderliche Leistung zu erhalten.

3.3 Zugriff

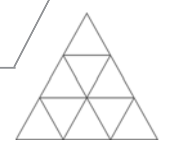
Ein Großteil der derzeit verfügbaren GIS-Applikationen verfügen über OGC-konforme WMS-Schnittstellen um auf diese Dienste zugreifen zu können. MapInfo 8 beispielsweise hat diese Funktion bereits implementiert und kann von Haus aus auf WMS-Dienste zugreifen.

In ArcView wird das einbinden von WMS-Quellen mittels Extensions wie zum Beispiel Arc3WMS (http://www.refractions.net/arc3wms/) realisiert.

Die Bandbreitennutzung beim Zugriff auf den Server bleibt hierbei weitestgehend gering, denn der Server sendet an den Benutzer lediglich komprimiertes JPEG-Material zurück welches von der jeweiligen Applikation dargestellt werden muss. Generell ist es möglich, jegliche Information, die zum Kartenmaterial hinterlegt wurden, mittels Requests abzufragen.

4 Quellen

[1] http://www.umn-mapserver.de
Deutsche Webseite des UMN-Mapservers
[2] http://mapserver.gis.umn.edu/index_html?set_language=en
Offizielle Webseite des UMN-Mapservers
[3] http://www.opengeospatial.org/
Internetauftritt des Open GIS Consortiums



Ch. Kirschke

Verwendung einer Metrik als Grundlage für die Bewertungsfunktion eines Assistentensystems zur Fahrzeugdisposition

Christian Kirschke, Tel.: (03943) 659 362, E-Mail: ckirschke@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57 - 59, 38855 Wernigerode

Abstract

Im Umfeld von Fahrzeugdispositionen wird in Verkehrsunternehmen Software eingesetzt, die den Planer (Disponent) von Fahrzeugeinsätzen unterstützen. Diese Assistenzsoftwaresysteme prüfen viele Randbedingungen der Disposition und erleichtern damit die Arbeit des Disponenten ganz erheblich. Eine Software in diesem Umfeld ist beispielsweise das an der der Hochschule Harz entwickelte Elektronische Fahrzeugtagebuch TaBu (vgl. [HÖRSTEL02]). Das System stellt neben der Möglichkeit des manuellen Zuordnens von Leistungen zu Fahrzeugen, auch ein Vorschlagsystem zur Verfügung. Dabei werden alle in Frage kommenden Zuordnungen entsprechend einer Bewertung aufgelistet. In die Bewertung fließen verschiedene Teilkriterien der Disposition ein (z.B.: Orts-Konflikte, km seit letzter Frist). Die Bewertungen bilden einerseits die Grundlage für die direkte Erstellung der Rangfolge in der Vorschlagsliste und sind andererseits Ausgangspunkt von globalen Optimierungen. Im Folgenden werden verschiedene Ansätze für die Arbeitsweise der Bewertungsfunktion dargestellt und zu einigen Eigenschaften Vor- und Nachteile angelehnt an das Gebiet der Softwaremetrie (vgl. [ZUSE91] S.25) geprüft.

Punkte-basierte Bewertungsfunktion

Die Ausgangssituation bildete eine Bewertungsfunktion, bei der die Reihenfolge für die zu unterbreitenden Vorschläge auf einem Punktesystem basiert. Die Gesamtpunktzahl eines Vorschlages setzt sich dabei aus den erreichten Punkten der betrachteten Teilkriterien zusammen. In jedem Teilkriterium kann eine bestimmte Höchstpunktzahl erreicht werden. Die Höchstpunktzahl ist dabei überwiegend vom besten Wert, im Vergleich zu allen anderen Werten eines Kriteriums abhängig. Mitunter hat auch das Erreichen von Randbedingungen Einfluss auf die Vergabe der maximalen Punktezahl. Eine weitere Eigenschaft des ersten Ansatzes der Bewertungsfunktion ist die Bildung von hybriden Teilbewertungen durch Zusammenfassung von verschiedenen Messgrößen. Der Einfluss von Randbedingungen und die Bildung von Hybridgrößen sind die größten Nachteile des ersten Ansatzes. Dadurch ist es nicht möglich, eindeutige Zuordnungen bezüglich der vorgeschlagenen Skalen-Typen (vgl. [ZUSE98] S.131) und den sich daraus ergebenden sinnvollen Verarbeitungsformen der Ergebnisse zu treffen. Allgemein lässt sich sagen, dass der Zusammenhang zwischen den ermittelten Punktzahlen und den Messwerten der Realität nicht immer ersichtlich ist, da Teilwertungen über Kriterienballungen erfolgen, die für eine unnötige höhere Komplexität sorgen.

Ordnungszahl-basierte Bewertungsfunktion

Als Vorraussetzung des zweiten Ansatzes wurden verschiedene Kriterien differenzierter betrachtet und auf Hybridgrößen verzichtet. Bei der Betrachtung eines Kriteriums wird eine Rangfolge der Vorschläge erstellt. Dies geschieht durch Ordnen aller in den Vorschlägen auftretenden Werte bezüglich eines Kriteriums. Die Werte werden dabei aufsteigend oder absteigend sortiert, je nachdem, ob das Minimum oder das Maximum der für die Disposition günstige Wert ist. Den einzelnen Vorschlägen wird dann die Ordnungszahl des zugehörigen Wertes in der Sortierung zugeteilt. Haben mehrere Vorschläge bezüglich des betrachteten

Kriteriums den gleichen Wert, wird ihnen auch dieselbe Ordnungszahl zugeteilt. Für eine maschinelle Auswertung oder um dem Disponenten einen Überblick über die Vorschläge zu geben, wird eine zusammenfassende Größe der verschiedenen Kriterien eines Vorschlages benötigt. Diese Größe kann durch Addition der verschiedenen Ordnungszahlen bestimmt werden. Hier dürfen die Werte auch zusammengefasst werden, da von konkreten Werten wie Zeit- oder Entfernungs-Angaben abstrahiert wurde. Anschließend können die Vorschläge an Hand der Gesamtordnungszahl verglichen werden. Um dem Disponenten die Möglichkeit zu geben, die Priorität der einzelnen Kriterien festzulegen, wurde jedes Kriterium mit einem Gewichtungsfaktor versehen. Somit ergibt sich die folgende Formel zur Bestimmung der Wertung des Dispositionsvorschlages.

$$O_{ges}(V_k) = \sum_{i=1}^{n} O_i(V_k) * x_i$$

Wobei $O_{ges}(Vk)$ den Wert der Gesamtordnung bezüglich des k-ten Dispositionsvorschlages V_k, $O_i(V_k)$ für V_k die Ordnungszahl des i-ten Kriteriums und x_i der Gewichtungsfaktor des i-ten Kriteriums darstellt. Vorteile des zweiten Ansatzes sind die Verringerung der Komplexität der Teilkriterien und die Zusammenfassbarkeit durch Abstraktion von den tatsächlichen Werten. Ein Nachteil durch die Abbildung auf eine Ordinale Skala (vgl. [ZUSE98] S.134) ist das Verlorengehen von Informationen zu den Abständen der Werte untereinander. Dies kann zur Überbewertung eher durchschnittlicher Vorschläge führen.

Prozent-basierte Bewertungsfunktion

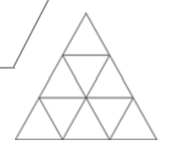
Den Nachteil des Informationsverlustes des zweiten Ansatzes kann dadurch beseitigt werden, dass die Messgrößen, so sie sich denn über ein kontinuierliches Spektrum erstrecken, als Verhältnis-Skala (Ratio-Scale vgl. [ZUSE91] S.44) aufgefasst werden und anschliesend die dann sinnvolle Bildung von Prozentwerten, im Abhängigkeit vom Bestwert, herangezogen wird. Vorteil ist, dass auch hier eine Abstraktion von den eigentlichen Werten und damit von den Größen und Maßeinheiten erfolgt und somit eine sinnvolle Zusammenfassung ermöglicht wird. Nachteil ist unter Umständen, dass bei der Untersuchung der Ergebnisse unterschiedlicher Vorschläge immer ein Verhältnis zum besten Wert betrachtet wird. Ändert sich der Bestwert, so wird sich auch das Verhältnis zweier benachbarter Vorschläge ändern.

Fazit

Wichtig für eine Bewertungsfunktion, die sich aus Teilwertungen zusammensetzt, ist eine Abstraktion von den eigentlichen Messgrößen und Einheiten. Dadurch ergeben sich verschiedene sinnvolle statistische Operationen, über die auch eine Zusammenfassung von Teilaspekten bewerkstelligt werden kann. Inwieweit die Verhältnisse zwischen den Ergebnissen der einzelnen betrachteten Objekte eine Rolle spielen, ist vom Anwendungsfall abhängig.

Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] [HÖRSTEL02] Jürgen Hörstel: „Fahrzeugdisposition mit dem Elektronischen Tagebuch Ta-Bu", railmagazin 01, Februar 2002
[2] [ZUSE91] Zuse, Horst: "Software Complexity Measure and Methods", Berlin; New York de Gruyter, 1991
[3] [ZUSE98] Zuse, Horst: "A framework of software measurement", Berlin; New York de Gruyter, 1998



K. Menzel / F.-L. Holl

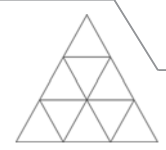
Aktuelle Ansätze natürlichsprachiger Aspekte bei der Suche in elektronischer Datenbeständen

Katharina Menzel, E-Mail: menzelk@fh-brandenburg.de, Fachhochschule Brandenburg, Magdeburger Strasse 50, 14770 Brandenburg

In der vorliegenden Arbeit diskutieren wir zunächst aktuelle Ansätze kontextbezogener Datenverarbeitungsmöglichkeiten und stellen anschließend einen eigenen Ansatz hierzu vor.

1 Suchansatz mit natürlichsprachiger Frageanalyse

Hauptproblem der täglichen Arbeit am Computer ist weniger deren Bedienbarkeit, sondern eher das Auffinden von Informationen. Der Ausweg, mit Hilfe einer Suchfunktionen durch den stetig wachsenden „Dschungel“ der anfallenden Daten zu finden, führt jedoch zum Problem, dass unerfahrene Benutzer auf Techniken und Bedienungsparadigmen treffen, die aus dem bisherigen Erfahrungsschatz nicht oder nur schwer zu antizipieren sind. Die bekannteste Suchmaschine ist zur Zeit in vielen westlichen Ländern „Google“ (http://www.google.de). Problematisch ist, dass heute erfolgreiche Suchmaschinen nicht in der Lage sind, Kontextbezüge jeglicher Art zu erkennen bzw. in Suchanfragen und Trefferliste zu integrieren. Suchmaschinen wie „Ask Jeeves“ (http://de.ask.com/) versuchen zwar, möglichst viele der vom Benutzer eingegebenen Worte für die Suchanfrage auszuwerten. Die Frage „Was ist ein Erlmeierkolben“ erbrachte jedoch keinerlei Erklärung des Geräts, sondern lieferte lediglich Erfahrungsberichte und einige chemische Versuchsanordnungen, in denen Erlmeierkolben benötigt werden. Eine naheliegende Konsequenz aus den zwar in den letzten Jahren stark verbesserten, den semantischen Kontext des Datenbestandes und der Anfrage jedoch nicht beachtenden Suchmaschinen ist eine Ausdehnung der Suchmöglichkeiten von Volltext- und evtl. wenigen weiteren Indizes[1] auf Thesauri[2], Synonymlisten und vor allem aber auch Beschreibungen des Inhalts zu erweitern. Eine Möglichkeit, solche Zusatzinformationen in annehmbarer Zeit auch für große Datenmengen aufzubauen, ist, diese aus den Zusammenhängen des jeweils verwendeten Dokuments, der Anwendung, der Website usw. automatisiert zu generieren. Versuche, Inhalte automatisiert aus bestehenden Dokumenten zu extrahieren, werden seit einiger Zeit im Rahmen des Text Mining unternommen [1, S. 287]. Eine bessere Möglichkeit scheinen semantischer Suchalgorithmen darzustellen. Theoretisch können sowohl Datenbestände als auch Suchanfragen semantisch analysiert werden – wenn denn Benutzer dem Suchalgorithmus den gewünschten Kontext übermitteln könnten. Derartiges Orientierungswissen kann jedoch von Maschinen nur erlangt werden, wenn es gelingt, das Modell der zu beschreibenden Wissensräume dekontextualisiert, damit formalisierbar und dadurch für Software nutzbar zu erzeugen [2, S. 265]. Eine mögliche Form zur Erfassung von Kontextwissen stellen Ontologien dar. Ontologien weisen dabei auf ein weiteres Konzept zur Erschließung von Inhalt hin: die Annotation von Texten mit Hilfe von Metadaten.



2 Kombinationen bestehender Ansätze

Die hier kurz vorgestellte Idee entstand bei der Suche nach einem Hilfesystem für ein in der Entwicklung befindliches Anwendungssystem eines mittelständischen Unternehmens. Für das Hilfesystem besteht eine Reihe von Anforderungen: (1) Umgang mit einem großen Satz an Hilfetexten, (2) datenbankbasierte Datenspeicherung, (3) Verarbeitung von durch Benutzer in natürlichen Sätzen formulierten Fragen. Dabei sollen auch bei Unkenntnis der korrekten Frageworte und unscharf gestellten Fragen z.B. durch gezielte Nachfragen an die Benutzer erfolgreiche Suchläufe ermöglicht werden. SHAIN besteht aus zwei Modulkomplexen. Komplex 1 hat sie Aufgabe, die Inhalte auf den späteren Zugriff durch die Suchkomponenten benötigt werden, vorzubereiten. Dazu gehören die (mehrfache) Indizierung der Inhalte, die Ermittlung von Suchworten sowie die Bewertung verschiedener Suchworteigenschaften. Komplex 2 beinhaltet alle Funktionalitäten, die für das Auffinden von Inhalten benötigt werden und weiter oben beschrieben sind. Die Module dieses Bereiches greifen auf die mit Hilfe der Module des ersten Komplexes angelegte Datenbasis zu.

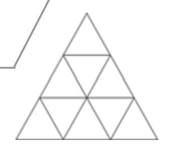
3 Fazit

Auch SHAIN wird es Computern nicht ermöglichen, wirklich zu „verstehen“, wonach Benutzer fragen. Ontologien könnten schon eher der vernetzten Denkweise von Menschen gerecht werden. Wir umgehen jedoch bewusst die manuelle und damit zeitintensive Erstellung der benötigten Ontologien, da die gewünschte Ergebnisqualität nicht in annhembarer Zeit hergestellt werden kann. Stattdessen wollen wir mit einer Kombination der hier beschriebenen Verfahren und Ansätze ein Höchstmaß an Annotationen und strukturellen Informationen zu den bestehenden Daten sammeln, um die so gewonnenen Zusatzinformationen als Hilfe bei der Suche bereitstellen zu können.

4 Literatur

[1] Hajo Hippner and René Rentzmann. Text Mining. *Informatik Spektrum*, 29(5):287 – 290, April 2006.
[2] Detlef Krause, Arno Rolf, Marcel Christ, and Edouard Simon. Wissen, wie alles zuammenhängt - Das Mikropolis-Modell als Orientierungswerkzeug für die Gestaltung von Informationstechnik in Organisation und Gesellschaft. *Informatik Spektrum*, 29(5):263 – 273, April 2006.
[3] C. Ladewig. *Grundlagen der inhaltlichen Erschließung, Schriftenreihe des Instituts für Information und Dokumentation (IID) der Fachhochschule Potsdam.* Typowerkstätten des Bodoni-Museums, Berlin, 3rd edition, 1997.

[1] Index: Aufstellung von Worten, die einen Text charakterisieren und durchsuchbar machen. Als Indexeinträge kommen Titel und Autor des Textes, Abschnittsüberschriften, Zusammenfassungen, Materialbeschreibungen, Methoden, Verfahren, Ergebnisse, Eigenschaften und Spezies in Frage. Vgl. [3].
[2] Thesaurus: 1.) Buch, das systematisierte Listen von Synonymen und verbundenen Worten enthält; 2.) Wörterbuch ausgesuchterWorte oder Themen und 3.) Selten verwendet) Schatz(kammer). Etymologisch stammt das Wort Thesaurus aus dem 18. Jahrhundert vom Lateinischen und Griechischen Wort Schatz(kammer).



K.-H. Lietzau / J. Kowolik / Christian Schmidt / Kirsten Schubert / F. Wildenauer / A.H. Foitzik

Fertigung eines Mikrofluidik- Bauteils zur Lebendzellzahlbestimmung mittels Reinraumtechnik

Kai-Henning Lietzau, Tel.: (03375) 508 407, E-Mail: klietzau@tfh-wildau.de, Technische Fachhochschule Wildau, Studiengang Biosystemtechnik/Bioinformatik, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

Kurzfassung

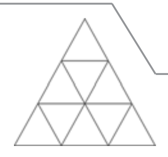
Ziel dieser Arbeit ist die Herstellung einer mikrofluiden Zellzählkammer. Dafür wird ein Abformrohling mittels Reinraumtechniken gefertigt und im Anschluss in Kunststoff geprägt. Die Grundlage bildet ein Silizium-Wafer, dessen Chrombeschichtung in einem PVD-Prozess erfolgt, wobei das Chrom als Ätzmaske dient. Nach anschließender Belackung des Wafer überträgt ein Maskaligner die gewünschten Strukturen. Im Folgenden wird der Wafer entwickelt und das Silizium durch Chromätzen (mittels Ammoniumcernitrat) an bestimmten Stellen freigelegt. Ein KOH-Bad ermöglicht daraufhin das erneute Ätzen des freigelegten Siliziums.
Mit dem entstandenen Stempel kann in einer Abformkammer die gewünschte Struktur in einem Kunststoff abgeformt werden. Anschließend wird der abgeformte Chip verkappt und an eine Mikropumpe angeschlossen. Mit Hilfe eines Mikroskops können die durch den Kanal fließenden Zellen beobachtet und deren Fließverhalten analysiert werden.

Einleitung

Um die Zellkonzentration aus einem Fermentationsprozess zu erfassen, ist es heute Standard eine so genannte Neubauerzelle zu benutzen. Diese ist relativ günstig in der Anschaffung, eignet sich jedoch schlecht zum automatisierten Auslesen. Zudem kommt das Problem hinzu, dass schon leichte Kratzer auf der Oberfläche zu Fehlern im Messergebnis führen können. Diese Problematik weckt den Gedanken, ein kostengünstiges Bauteil zu entwickeln, welches eine Automatisierung der Zellauszählung mit einer computergestützten Auswertung ermöglicht. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf einer einfachen Handhabung von Seiten der Studenten. Zusätzlich soll dieser Mikrofluidik-Zellzähler mehrfach verwendet werden können. Durch Verwendung eines selbst erstellten Siliziumchips als Prägestempel und des mehrfachen Abformens, soll ein hoher Durchsatz erreicht und die Gesamtkosten des Bauteils gesenkt werden. Das dabei entstehende Mikrobauteil besteht aus einem preiswerten Kunststoff, der mittels eines Stempels in einer Abgusskammer eingespritzt wird. Mit wiederholter Benutzung dieses Stempels lassen sich reproduzierbare Ergebnisse erzielen. Aufgrund der gewählten Dimensionierung der Kanäle soll eine Messung nur wenige μl der Probe verbrauchen.

Ergebnisse

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit gelang es, die hier entwickelte Zellzählkammer mit Hilfe eines Kaltabformprozess schnell und günstig herzustellen. Als Arbeitsmaterial erwies sich eine in Silizium mittels Reinraumtechnik geprägte Struktur als hervorragender Prägestempel (Abb.1). Wie erhofft, konnte der Abformprozess des Silizium-Chips mit reproduzierbaren Ergebnissen (Abb.2) durchgeführt und wiederholt werden.



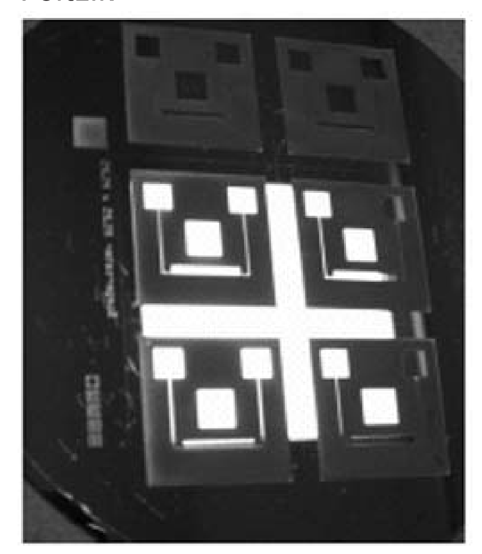


Abb.1 Siliciumwafer
Strukturierter Abformstempel auf einem Siliciumwafer

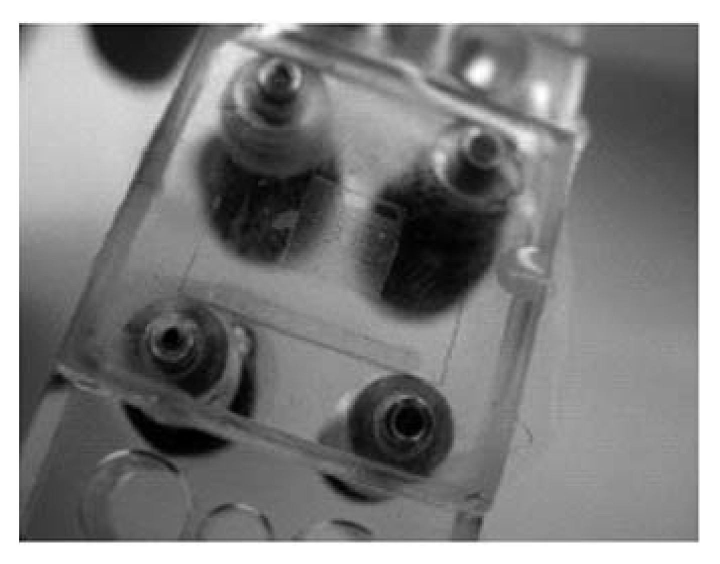


Abb.2 PMMA-Channel-Platte
Plexiglasplatte mit Silikon, Deckglas und Kanal, durch den gerade Mikoskopierflüssigkeit fließt

Der Funktionstest zeigte, dass es durchaus möglich ist, gefärbte Flüssigkeit und Hefesuspensionen (Abb.3). durch den Mikrokanal fließen zu lassen. Alle Parameter der Fertigung wurden zu Zwecken der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse aufgezeichnet und in mehreren Testläufen bestätigt. Somit konnte in dieser Arbeit die Idee einer neuen Alternative zur Neubauer-Zählkammer verwirklichen werden. In zukünftigen Arbeiten soll das hier verwendete Design abgeändert und den jeweiligen zu bestimmenden Analyten angepasst werden. Weitere Schritte stellen die Entwicklung eines automatisierte Systems zur Erfassung der Messdaten, sowie eines möglichst benutzerfreundlichen Interface.

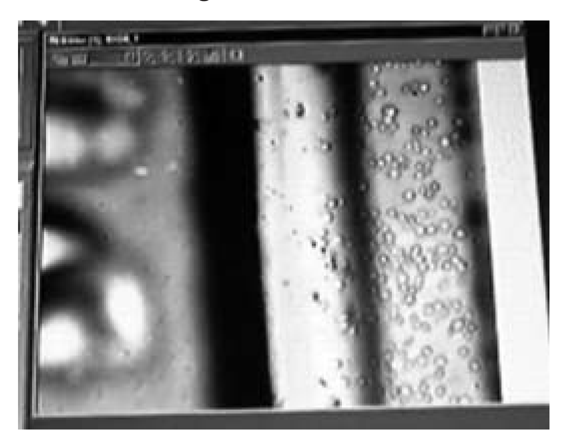
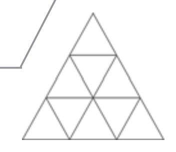


Abb.3 Hefezellen im Kanal
Kanalwände zwischen denen die Zellsuspension durchfließt bei einer 20x Vergrößerung

Autorenangaben:

Jan Kowolik, Kai-Henning Lietzau, Christian Schmidt, Kirsten Schubert, Prof. Dr. Franz Wildenauer, Prof. Dr. Andreas H. Foitzik
TFH- Wildau
Studiengang: Biosystemtechnik/Bioinformatik
Bahnhofstraße, D-15745 Wildau



A. Böhme / Ch. Schmidt / K. Schubert / F. Wildenauer / A.H. Foitzik

Fertigung eines Mikrofluidik- Bauteils zur Lebendzellzahlbestimmung mittels Mikrofräse

Andrea Böhme, Tel.: (03375) 508 407, E-Mail: aboehme@tfh-wildau.de, Technische Fachhochschule Wildau, Studiengang Biosystemtechnik/Bioinformatik, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

Kurzfassung

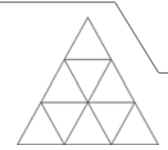
Die Herstellung des mikrofluidischen Bauteils verlief in zwei Schritten. Zuerst wurde mittels Mikrofräse der Firma Kern ein Werkstück in Form eines Stempels aus Messing angefertigt, das auch gleichzeitig als Bodenplatte für die MicCell-Abformung dient. Die Struktur der Zellzählkammer entsprach den Maßen der MicCell. Für die Mikrofräse wurden fünf Programme im Klartext-Dialog der Heidenhainsteuerung TNC programmiert. Das fertige Werkzeug entstand zunächst als Negativform und muss im zweiten Schritt in einer Abformstation der Firma GeSim abgeformt werden. Dadurch entstanden mikrofluidische Kanäle in einem durchsichtigen Polymer, die unter einem Invers- Mikroskop betrachtet werden konnten. Mit Hilfe von Schläuchen und passender Fittings wurde die PDMS-Channel-Platte an eine Mikropumpe von GeSim angeschlossen. Die mitgelieferte Software ermöglichte es, die Pumpe so zu steuern, dass geringste Mengen Flüssigkeit durch die Kanäle gepumpt oder gezogen werden konnten. Auf diese Weise war es möglich, die Zellsuspension in die Kanäle zu pumpen, gleichzeitig die Fließgeschwindigkeit und -richtung zu ändern oder den Durchfluss zu stoppen.

Einleitung

Die MicCell besteht aus einer Mikrozelle mit Anschlüsse für eine Pumpenvorrichtung die geringe Mengen an Flüssigkeit durch den mikrofluidischen Kanal steuern kann. Damit kann eine Substanz in Flüssigkeit wiederholt unter dem Mikroskop betrachtet werden. Um diese Möglichkeit voll zu nutzen, stellt sich die Aufgabe eine Zählkammer zu entwickeln, bei der die Probe nicht manuell auf das Zählfeld aufgebracht werden muss, wie das bei der Neubauer Zählkammer erforderlich ist, sondern durch gezieltes Pumpen in den Zählbereich zu befördern. So ist es möglich in kürzerer Zeit mehrere Messungen vorzunehmen und damit ein größeres Volumen zu untersuchen. Es entstanden vier Mikrofluidische Kanäle die jeweils mit zwei Anschlüssen des PMMA-Deckels verbunden werden können. Ihre Länge wird mit 0,1 mm Breite und 0,05 mm Tiefe festgelegt. Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung und Herstellung einer kostengünstigen durchfließenden Einwegzellzählkammer, die nach dem Gebrauch weggeworfen werden kann. Dies wurde erreicht durch die Herstellung eines Negativwerkzeugs aus Messing in MicCell Formgröße, auf einer Fräsmaschine der Firma Kern, die dauerhaft als Abgießform verwendet werden kann. In die Abgießform wurde ein farbloses Silikon eingespritzt, das bei einer bestimmten Temperatur aushärtet. Die so entstandene Abformung enthielt die mikrofluidischen Kanäle und konnte mit der Pumpe verbunden werden. Diese Mikrozelle wurde mit den Hefezellen gefüllt und unter dem Mikroskop betrachtet.

Ergebnisse

Das Werkstück besteht aus einer Grundfläche, die als Bodenplatte für das Abformsystem der MicCell genutzt werden konnte. Durch die beiden Bohrungen für die Rändelschraube war eine eindeutige Fixierung im Abformsystem möglich (Abb.1). Die dafür verwendete Mikrofräse wird mit einer Positionsgenauigkeit von 0,001 mm und einer Arbeitsgenauigkeit von 0,0025 mm angegeben. Die Struktur des abgeformten Kanals (Abb.2) entspricht sehr genau der des Abformwerkzeuges. Das PDMS(Polydimethysiloxan) hat eine Abweichgenauigkeit unter 0,00001 mm.



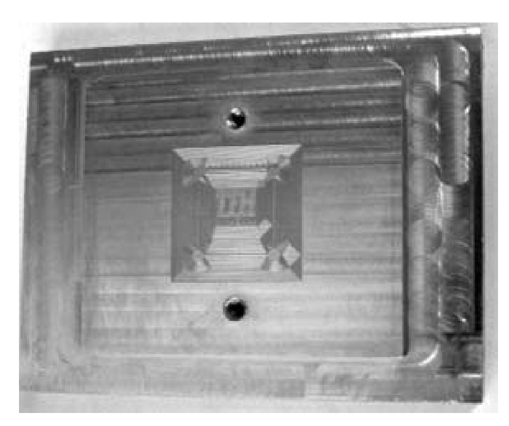


Abb.1 Abformwerkstück

Fertiges Abformwerkstück als Bodenplatte der Abformstation mit 2 Bohrungen für die Rändelschrauben und der mikrofluidischen Struktur. Kanäle, Pumpzuflüsse, TFH- Logo , Lineal mit Zahlen

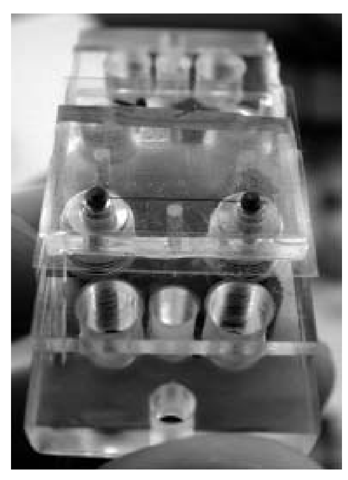


Abb.2 PMMA-Channel-Platte

Plexiglasplatte mit Silikon, Deckglas und Kanal, durch den gerade Mikoskopierflüssigkeit fließt

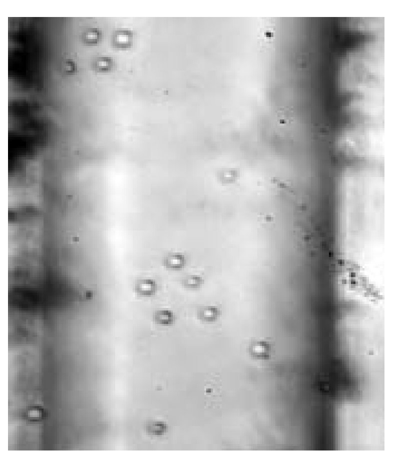


Abb.3 Hefezelle im Kanal

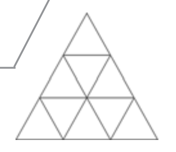
Kanalwände zwischen denen die Zellsuspension durchfließt bei einer 20x Vergrößerung

Wie auf den Abbildung 3 zu sehen ist, war es möglich eine Flüssigkeit durch den Kanal zu pumpen oder zu ziehen. Bei Pumpstopp wurde die Flüssigkeit auch im Kanal angehalten. Somit war die Möglichkeit gegeben die Zellen auch manuell am Mikroskop auszuzählen.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Mikrofräse gelang es in mehreren Programmierschritten ein Abformwerkzeug als Negativform herzustellen. Dieses Abformwerkzeug wurde in der Abformstation der MicCell mit PDMS ausgegossen. Nach dem Aushärten des Silikons konnte der Plexiglasdeckel mit dem PDMS aus der Form entfernt werden. In dem PDMS war nun die Mikrostruktur detailgetreu abgeformt worden. Mit einem Deckglas in Größe der Mikrostruktur wurde der Plexiglas-Silikon-Verbund in eine dafür vorgesehene Halterung, dem Support eingebaut. Dieser konnte dann auf einen Mikroskoptisch eines Invers- Mikroskops gelegt werden. Durch die Pumpenanschlüsse im Plexiglasdeckel war ein schnelles Anschließen der Schläuche an die Mikrostruktur und Pumpe möglich. Die mitgelieferte Software der GeSim Pumpe erlaubte ein exaktes Steuern geringster Flüssigkeitsmengen. Somit konnte die Hefesuspension mit geringstem Druck in den Mikrokanal gebracht und unter dem Mikroskop beobachtet werden. Da der statistische Fehler vom Volumen der Suspension im Zählbereich abhängig ist, sollte dieser bei der durchfließenden Zellzählkammer geringer werden, da ein viel größeres Volumen ausgezählt wird. Diese Annahme wird in weitern Versuchen getestet. Um die Zellzählung zu automatisieren, wäre es wichtig, die Größe des Kammerafeldes genau zu bestimmen und ein Programm auf einem PC zu entwickeln. Dieses Programm müsste dann in bestimmten Abständen Bilder vom Kanal mit Zellkultur machen. Danach können die Zellen ebenfalls mit diesem Programm oder manuell ausgezählt werden. Zusammenfassend ist zu sagen, es war möglich Zellen durch den Kanal fließen zu lassen und ihre Fließgeschwindigkeit bis zum Stillstand zu beeinflussen. In weiteren Versuchen sollten die Optimierung und Automatisierung der Zellzählung erreicht werden.

Andrea Böhme, Christian Schmidt, Kirsten Schubert, Prof. Dr. Franz Wildenauer, Prof. Dr. Andreas H. Foitzik, TFH Wildau, Studiengang: Biosystemtechnik/Bioinformatik, Bahnhofstraße, D-15745 Wildau, E-mail. nell6@web.de



J. Kowolik / K. Lietzau / C.-H. Edel / S. Arkhipov / M. Schäfer / A. H. Foitzik

Mikrotechnisch prozessierte Messstrukturen für die Biosystemtechnik

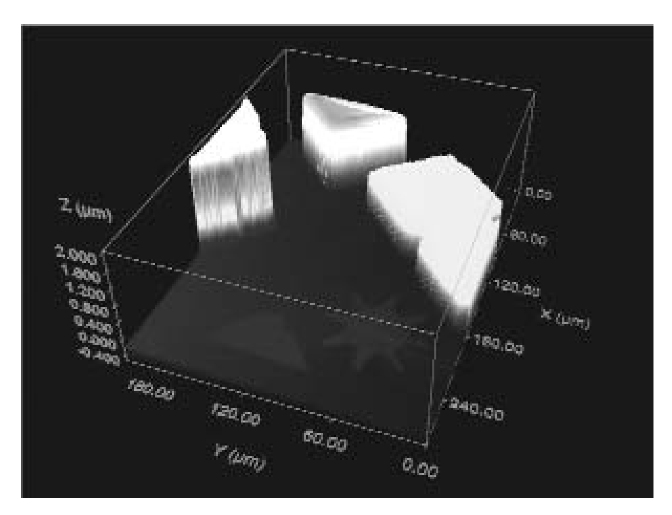
Jan Kowolik, Tel.: (03375) 508 407, E-Mail: jkowolik@tfh-wildau.de, Technische Fachhochschule Wildau, Studiengang Biosystemtechnik/Bioinformatik, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

Kurzfassung

Mit dem Instrumentarium der Mikrosystemtechnik wurden in einem Reinraum 3D Messstrukturen für örtlich hochauflosende optische Abbildungs- und Spektroskopieverfahren prozessiert. Diese beinhalten in verschiedenen Probenhöhen nichttransparente Defekte mit Dicken unter einem Mikrometer in unterschiedlichen lateralen Größen. Dünne Schichten aus Photolack als Zwischenschichten zwischen den Defekten definieren die absoluten Höhenlagen der Defekte in der Pobe. Minimale Abstände von 600 nm zwischen den Defektschichten konnten erreicht werden, die axiale Genauigkeit der Lage der Defekte beträgt ca. 40 nm.

1 Experimentelles und Ergebnisse

In den Biowissenschaften werden zunehmend hochauflösende abbildende und spektroskopische Messverfahren wie z.B. konfokale Lasermikroskopie, Ramanspektroskopie und -abbildung sowie SNOM eingesetzt. Diese liefern Informationen über den inneren Aufbau - bzw. den Chemismus - z.B. von biologischen Zellen. Dabei sind keine atomaren Auflösungen gefordert, sondern Abbildungen und chemische Analysen im Bereich zwischen der lateralen Ausdehnung von Molekülen und Dimensionen in der Größenordnung einiger Mikrometer.
Die Interpretation der Messdaten erfordert umfangreiche Softwareprogramme, um den Messsignalen den "wahren" Ort in der Zelle auch in drei Dimensionen zuordnen zu können. Diese Softwareprogramme benötigen für eine Normierung Referenzstrukturen bzw. Messstandards. Kommerziell erhältliche technisch hergestelte Messstandards sind als zweidimensionale Bauteile bisher für die Bestimmung der lateralen Auflösung konzipiert und können für die Bestimmung der Auflösung von Lichtmikroskopen im Fernfeld sowie der von Rasterelektronenmikroskopen verwendet werden. Eine neue Herausforderung war die Herstellung von Messstandards, in denen Strukturdetails in definierter axialer Lage in transparenten Proben realisiert sind. Dazu mussten neue Konzepte und Fertigungstechnologien entwickelt werden, die i) eine dreidimensionale Gestaltung von Messstandards ermöglichen und ii) der Forderung nach optischer Transparenz gerecht werden.
Transparente Zwischenschichten konnten aus Lacken hergestellt werden, die normalerweise in der Lithographie zum Einsatz kommen. Die Kontrolle der absoluten Dicke dieser auch als "Resists" bezeichneten Materialien zeigte sich dabei als eine der wesentlichen Herausforderungen im Verlauf des Projekts. Für die Defektstrukturen eigneten sich Dünnfilme aus NiCr, das bereits bei geringen Schichtdicken von ca. 50 nm lichtundurchlässig wird und damit eine sehr präzise Lage der Defektstrukturen ermöglicht.
Einen Ausschnitt aus einem fertig prozessierten dreidimensionalen Messstandard zeigt Abb. 1. Innerhalb von 2,2 μm Dicke des Messstandards konnten fünf Defektebenen (die Substratoberfläche und vier Defektebenen aus NiCr) realisiert werden. Die Oberfläche des Siliziumsubstrats dient als Referenzebene, ist in Abb. 6 allerdings nicht in einer Höhe von "null" nm skaliert, da die erste NiCr Defektebene als Nullpunkt der Höhenlage definiert wurde.



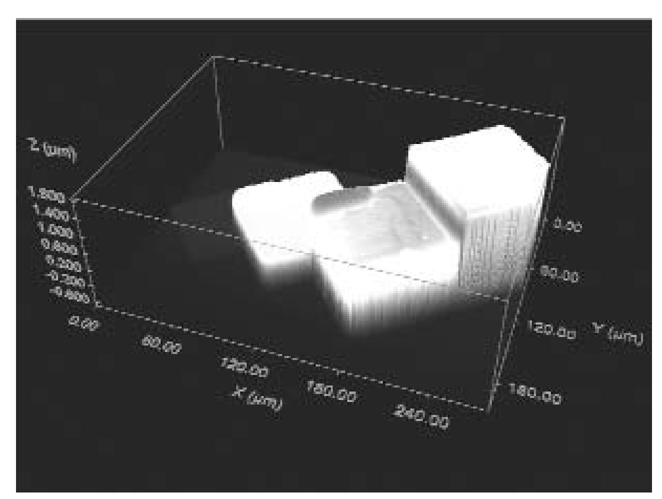
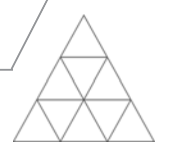


Abb. 1: Konfokale Weißlichtabbildungen einer 3D Referenzprobe, Erklärung siehe Text.

Im linken Bild liege das vordere Dreieck und die sternförmige Struktur 200 nm, die beiden quadratischen Strukturen 800 nm, das an der hinteren Kante des Bildes liegende Dreieck 1,4 µm und das linke zuoberst liegende Dreieck 2 µm erhöht über dem Silizium Substrat. Bezogen auf die erste NiCr Defektebene (diese liegt in Abb. 6 in der Ebene z = 0) liegen alle weiteren Defekte jeweils 600 nm höher, d.h. die quadratischen Strukturen sind 600 nm höher, das hintere Dreieck 1,2 µm höher und das linke Dreieck 1,8 µm höher als das vordere Dreieck und die sternförmige Struktur, während das Silizium Substrat 200 nm tiefer als diese letztgenannten Strukturen liegt. Im rechten Bild liegen vier Quadrate unmittelbar nebeneinander. Der Betrachter hat den Eindruck, als stünden in Abb. 6 an den Orten der Defekte kompakte Strukturen. Dieser Eindruck kompakter Strukturen entsteht durch die Abbildung der Defekte mittels eines konfokalen Weißlichtmikroskops, das lediglich ein Oberflächenprofil wiedergeben kann und keinen vollen Datensatz für ein dreidimensionales Bild verarbeitet. Die "Seitenwände" sind vom konfokalen Weißlichtmikroskop quasi als extrem steile Oberflächen eines Defektes missinterpretiert. Tatsächlich aber sind die Defekte strukturierte Dünnschichten.

2 Zusammenfassung

Durch Technologien der Mikrosystemtechnik wurden im Rahmen dieser Arbeit transparente dreidimensionale Proben hergestellt, die nicht-transparente Defekte verschiedener lateraler und axialer Dimensionen in verschiedenen Probenhöhen enthalten.



C.-H. Edel / A. Tausche / R. Werner / S. Linke / M. Hellmann / A. H. Foitzik

Low Cost Reinraum für KMU

Andreas Tausche, Tel.: (03375) 508 407, E-Mail: atausche@igw.tfh-wildau.de, Technische Fachhochschule Wildau, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

1 Einleitung

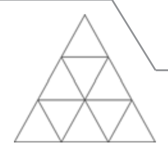
Die Reinraumtechnologie als Grundpfeiler der Mikrosystemtechnik hat sich bisher insbesondere im Bereich der Großindustrie durchgesetzt. Alternativ nutzen auch kleinere, aber dafür hochspezialisierte Firmen diese im Allgemeinen extrem teure Technologie. Noch ungenügend gelöst ist die Anwendung der Reinraumtechnologie in konventionellen Betrieben kleiner und mittlerer Größe (KMU).
Ziel des vorliegenden Projekts war es daher, ein Konzept einer Reinraumtechnologie für KMU zu entwickeln und zu realisieren, das folgende Kriterien erfüllt:

- alternative Belüftungs- und Entlüftungsstrategien für eine Low Cost Realisierung bei gleichzeitigger Garantie eines Überdruckraums
- wahlweise Reinraumklasse 1000 oder 100 am Arbeitsplatz
- möglichst geringen Investitionskosten für Geräteinvestitionen

An der TFH Wildau wurde ein solches Konzept für einen bereits vorhandenen Laborrraum entwickelt und ein entsprechender Reinraum aufgebaut, in Betrieb genommen und erste Bauteile erfolgreich hergestellt.

2 Realisierung

An der TFH Wildau wurde ein konventionelles Chemielabor in einen Reinraum umgebaut. Den Grundriß dazu zeigt Abb. 1. Der Raum wird am unteren Bildrand durch einen Vorraum betreten, der zu einer Schleuse umgewidmet wurde. Mit Fotos eingetragen sind außerdem die Positionen von vier Flowboxen. Die Belüftung erfolgt durch eine Klasse 10.000 Belüftungseinheit, die so konstruiert ist, dass wahlweise Vorraum und Reinraum ungefähr im Verhältnis 90/10 oder 10/90 belüftet werden. Bei geöffneter Vorraumtür wird im wesentlichen reine Luft in den Vorraum eingebracht, in dem sich die Umkleidemöglichkeiten befinden. Bei geschlossener Tür wird die reine Luft im wesentlichen in den Reinraum eingebracht. Die Belüftungseinheit ist regelbar und für den Dauerbetrieb ausgelegt. Dadurch wird sichergestellt, dass im Reinraum ein Überdruck entsteht, der verhindert, dass von außen Partikel in den Reinraum eingebracht werden, z.B. durch die Durchführungen für die Medienversorgung. Dazu reicht ein Überdruck von wenigen Millibar aus.
Für die reinen Umrüstungskosten mit Be- und Entlüftung, Fußboden und Gelbraumfolien mußten lediglich 10.000 ,- Euro aufgebracht werden.
Anschließend wurde der Reinraum zunächst als Test- und Prüflabor mit Flowboxen, Mikroskopen, Lackschleudern und Entwickler ausgerüstet. Für diese Investitionen waren lediglich 15.000,- Euro notwendig.
In der dritten Stufe wurde der Reinraum als Prozesslabor ausgerüstet, dazu war der Aufbau eines Mask-Aligners, einer PVD Einheit und einer Longmuir-Blodgett Anlage notwendig, für die weitere 75.000,- Euro aufgebracht werden mußten. Dies war möglich, da in der Halbleiterindustrie ständig voll funktionsfähige Altgeräte ausgemustert werden,



die direkt oder über Zwischenhändler zu 1/10 bis 1/5 des Neupreises erworben werden können. In der vollen Ausbaustufe waren lediglich 130.000,- Euro notwendig, um den Reinraum darzustellen.

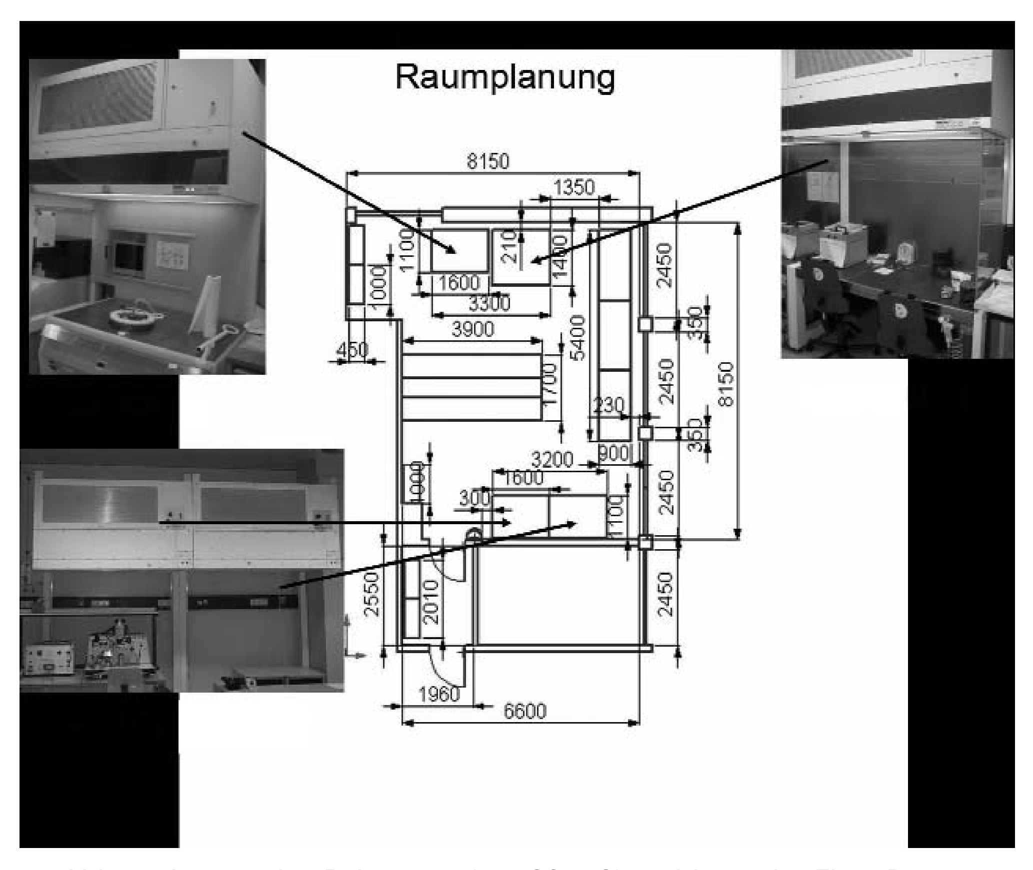
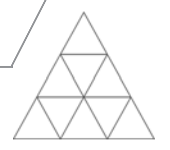


Abb. 1: Layout des Reinraums (ca. 60 m2) und Lage der Flow-Boxen.

3 Zusammenfassung

Mit einfachen Mitteln konnte für ca. 5% der üblichen Kosten ein Low-Cost Reinraum aufgebaut werden. Der Reinraum ist voll lithographietauglich und wird für die Entwicklung mikrostrukturierter Bauteile, für die Produktion von Prototypen sowie für Ausbildungszwecke genutzt. Dieses Konzept wurde bereits erfolgreich an andere Interessenten weiterveräußert.



F. Rühle

Gleiche Werkstoffeigenschaften in oberflächennahen Stoffbereichen bei unterschiedlichen Fertigungsverfahren?

Frank Rühle, Tel.: (0391) 886 4805, E-Mail: frank.ruehle@hs-magdeburg.de, Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich Ingenieurwesen und Industriedesign, Institut für Maschinenbau, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

1 Problemstellung

Im Bereich der Technik gibt es verschiedene Verfahren/Vorgänge, welche die Eigenschaften der oberflächennahen Stoffbereiche von Bauteilen verändern. Dies betrifft sowohl die technologische Bearbeitung der Bauteile als auch eine mögliche tribologische Beanspruchung der kontaktierten Oberflächen. Damit haben die technologische Bearbei-tung und die tribologische Beanspruchung überlagernde Wirkungen und beeinflussen sich gegenseitig. Die durch die technologische Bearbeitung hervorgerufenen Veränderungen beeinflussen dabei primär das sich einstellende Reibungs- und Verschleißverhalten, wobei die Wirkungen durchaus positiv sein können. Damit sind die erzeugten oberflächennahen Schichten und deren Eigenschaften auch ein Qualitätsmerkmal für das angewendete Bearbeitungsverfahren sowie dessen Prozesssicherheit. Hier ist es wichtig, die Art der Eigenschaftsänderung sowie die Tiefe der veränderten Stoffbereiche zu kennen. Ziel des vorliegenden Projektes war es, den Einfluss von Fertigungsverfahren auf die Veränderung der Eigenschaften der erzeugten Funktionsflächen durch gezielte experimentelle Untersuchungen zu beschreiben. Dazu waren Untersuchungen im Makrometer- und Mikrometer-Bereich notwendig.

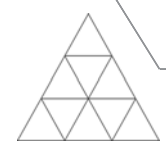
2 Untersuchungsgegenstand

Die theoretischen Analysen zeigten, dass jedes Fertigungsverfahren zu einer spezifischen Beschaffenheit der bearbeiteten Oberflächen und den angrenzenden oberflächennahen Stoffbereichen führt. Die Oberfläche stellt die geometrische Begrenzung eines Körpers gegenüber anderen Medien dar. Daran schließt sich eine äußere Grenzschicht an. Der Bereich der folgenden inneren Grenzschicht wird dabei durch die technologische Beanspruchung und die mögliche tribologische Beanspruchung verändert. Diese Veränderungen können z. B. Verfestigungen sein. Die Eigenschaften dieses oberflächennahen Stoffbereiches entsprechen somit nicht denen des sich anschließenden Grundwerkstoffes. Demzufolge sind in den oberflächennahen Stoffbereichen andere Eigenschaften zu erwarten als im Grundwerkstoff. Die unterschiedlichen Eigenschaften der Stoffbereiche sowie deren Tiefe sollten durch experimentelle Untersuchungen erfasst und quantifiziert werden. Dabei sollte das aussagefähigste Verfahren bei gleichzeitig geringstem Aufwand für weitere Untersuchungen heraus gestellt werden.

3 Experimentelle Untersuchungen

3.1 Verwendete Proben und Verfahren

In den experimentellen Untersuchungen sollte der Einfluss von Fertigungsverfahren in den oberflächennahen Stoffbereichen am Beispiel der Werkstoffe:
Aluminium, Kupfer, Bronze und Stahl nachgewiesen werden. Dies erfolgte speziell am Beispiel des Verfahrens Fräsen. Dazu wurden die Werkstoffe zunächst im Anlieferungszustand (gewalzt, gezogen ---> unbearbeitet) und dann im gefrästen Zustand untersucht. Im experimentellen Teil wurden sowohl makroskopische als auch mikroskopische Kenngrößen gewonnen. Die Kennwerte dieser Verfahren konnten jedoch nicht direkt mitein-



ander verglichen werden. Eine Möglichkeit, die Ergebnisse unabhängig von ihrem Verfahren vergleichen zu können, ist die Ermittlung der Energiedichte. Diese ist allgemein als Arbeit pro Volumen definiert. Bei jeder der durchgeführten experimentellen Untersuchungen beeinflusste die Verformungsarbeit ein nachweisbares Werkstoffvolumen. Demzufolge wurden Zusammenhänge der eigentlichen Untersuchungsergebnisse auch durch Vergleiche mit den ermittelten (Verformungs-) Energiedichten möglich.

3.2 Makroskopische Prüfungen

Durch konventionelle makroskopische Prüfungen wurden typische werkstofftechnische Kenngrößen durch die folgenden Verfahren gewonnen:

- Dehn-/ Streckgrenze, Zugfestigkeit, E-Modul und
- Brinell-, Vickers-, Martenshärte.

Die in der Norm der Materialien angegebenen Werte wurden durch die Prüfungen erreicht. Ebenso wurden typische Zusammenhänge einzelner Kenngrößen (Zugversuch <--> Härteprüfung) bestätigt. Die ermittelten Energiedichten der Zugversuche waren gegenüber denen der Härteprüfungen sehr gering. Die Unterschiede der Brinell- gegenüber der Vickershärte sind in den verschiedenen Verfahren und Geometrien der Prüfkörper begründet.

3.3 Mikroskopische/lokale Prüfungen

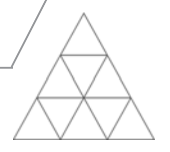
Im Anschluss an die makroskopischen Prüfungen wurden moderne mikroskopische Methoden zur Erfassung lokaler mikroskopischer Kenngrößen (bezogen auf die Kräfte und Eindruckgrößen) genutzt. Hierzu wurden die Verfahren:

- Mikrohärteprüfung senkrecht zur Oberfläche
- Mikrohärteprüfungen an Längs- und Querschliffen
- Untersuchungen zur Beanspruchungstiefe sowie der
- Micro-Scratch-Test

durchgeführt. Ein Vergleich der werkstofftechnischen Ergebnisse zeigte, dass durch die mikroskopischen Prüfverfahren Veränderungen nahe der Oberfläche und auch im Grundmaterial ermittelt und verglichen werden konnten. Die Ergebnisse der unterschiedlichen Materialtiefen weisen auf andere Stoffeigenschaften in den erreichten Tiefen hin.

4 Zusammenfassung, Ausblick

Die Auswertung der Versuche zeigte, dass das Fertigungsverfahren einen wesentlichen Einfluss auf die Ausbildung der oberfächennahen Stoffbereiche hat. Dies kann jedoch nicht mit den konventionellen makroskopischen Methoden der Werkstoffprüfung nachgewiesen werden, da so nur die Eigenschaften des Grundwerkstoffes ermittelt werden können. Diese unterscheiden sich jedoch wesentlich von denen der oberflächennahen Stoffbereiche. Somit ist davon auszugehen, dass nur Prüfungen im mikroskopischen Bereich den Einfluss von Fertigungsverfahren herausstellen können. Diese Prüfungen sind jedoch sehr aufwändig und erfordern eine entsprechende Anzahl von Versuchswiederholungen. Es erscheint sinnvoll, den Einfluss von Fertigungsverfahren zukünftig an Längs- und Querschliffen mit dem Micro-Scratch-Test zu untersuchen. Dazu muss das Verfahren jedoch weiter qualifiziert werden. Da der Einfluss vieler Fertigungsverfahren erfahrungsgemäß tiefer geht als eine tribologische Beanspruchung, muss der Einfluss der Eigenschaften oberflächennaher Stoffbereiche weiter untersucht und berücksichtigt werden. Daran könnten sich Untersuchungen anschließen, die zeigen, wie sich diese unterschiedlichen Eigenschaften auf das tribologische Verhalten auswirken. Damit könnten Rückschlüsse auf vorzugsweise anzuwendende Bearbeitungsverfahren für tribologisch beanspruchte Oberflächen gezogen werden.



S. Krause

Vertrauen - Grundlage des Lernerfolgs

Simone Krause, Tel.: (03461) 462 466, E-Mail: simone.krause@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg, Geusaer Str. 88, 06217 Merseburg

1 Einleitung

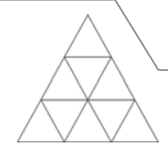
Generell sollen traditionelle Unterrichtsformen mit einer neuen dreidimensionalen Unterrichtsmethode verglichen werden. Weiterhin ist die Vertrauensanalyse bei den Grundschülern ein Untersuchungsgegenstand. Technisch bedingt wird hier in beiden Fällen von der Methode des Gruppenunterrichtes ausgegangen.[1] Nach Eingrenzung der interessierenden Anwendungsbereiche bzw. der Auswahl der Zielgruppen und der Erarbeitung beider Unterrichtsmittel, erfolgte eine Untersuchung, in der die Zusammenhänge analysiert werden. Dies sollte sowohl durch Beobachtung und Befragung, als auch durch einen Leistungstest geschehen. Befragt und getestet wurden 106 Grundschüler in drei unterschiedlichen Schulen.

2 Projektdesign

Dabei sollten die o. g. Zielsetzungen betrachtet und empirisch überprüft werden. In einer ersten Phase wurde zunächst ein geeignetes Fachgebiet ausgewählt und konkretisiert - im Hinblick auf Vertrauen und den Lernerfolg mit Elementen der Virtuellen Realität. Nach dieser Spezifizierung wurde eine virtuelle Lernumgebung ausgesucht, die sich an den vorhandenen Schulbüchern orientiert. Diese Vorgehensweise ist möglich, da die Verlage weitgehend computerbasierte Lernprogramme zu den genutzten Schulbüchern anbieten. Parallel dazu musste eine Unterrichtsvorbereitung erarbeitet werden, die nach den traditionellen Methoden des Gruppenunterrichtes gestaltet wurden, und den gleichen Lehrinhalt aufzeigt. Nach Eingrenzung der interessierenden Anwendungsbereiche[2] bzw. der Auswahl der Zielgruppen[3] und der Erarbeitung beider Unterrichtsmittel, erfolgte eine Untersuchung, in der die Zusammenhänge analysiert worden sind.

3 Ergebnisse

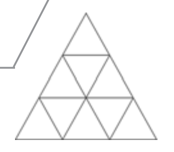
Virtuelle Realitäten erlauben, mehr Informationen in unterschiedlicher Darstellungsweise aufgrund der Verknüpfungen unterschiedlicher Medien zu vermitteln. Weiterhin erlaubt die Interaktivität eine mittelbare, emotionale Einbeziehung. Verhaltensweisen lassen sich evtl. leichter nachvollziehen (z.B. durch Beobachtung ein sofortiges Zurückzucken, bei Schülern mit Angst vor Schlangen, durch die realitätsgetreue Darstellung). Die VR-Techniken versprechen eine noch intensivere Einbindung der aktivierenden und kognitiven Ebene[4] beim Nutzer, was wiederum zu einer stärkeren Verhaltenssteuerung führen kann (z.B. Neugierde, Motivation sich die Schlange doch noch einmal genauer anzuschauen). Im Vergleich zur natürlichen Umwelt besitzen virtuelle Welten zwei entscheidende Vorteile, die für ihren Einsatz als Versuchsplattform sprechen. Zum einen sind die Versuchsbedingungen in der Simulationsumgebung vergleichsweise gut kontrollierbar, zum anderen können Bestandteile der virtuellen Welt in einfacher Weise systematisch variiert werden. In Navigationsexperimenten ist es z.B. möglich, komplette Objekte (Landschaften, Tiere) auszutauschen bzw. Eigenschaften dieser Objekte (Farbe, Form, Straßenverlauf) zu verändern. Zudem ist es mit der Technologie möglich, bestimmte Zustände zu simulieren, die in der natürlichen Umgebung nur schwer bzw. überhaupt nicht durchführbar sind. Die Schüler werden im Gegensatz zum "normalen" Unterricht mit einer neuen Form des Lernens konfrontiert. Trotz



der viel versprechenden Technik und Vorbereitung konnte nur ein geringer Lernerfolg bei den Schülern nachgewiesen werden. Der Zensurendurchschnitt des anschließend durchgeführten Leistungstests lag bei 3,5. Weiterhin ergab die Untersuchung, dass 91,3% der Probanden keine Erfahrung im Umgang mit Computern[5] besitzt. Die Unsicherheit bei der Benutzung der Hard- und Software spiegelte sich daher im Lernerfolg wieder. Die Angst vor der Technik[6] und die nicht vorhandenen Erfahrungen lassen den Schluss zu, dass sich der Technikeinfluss auf die vorhandenen Ergebnisse sehr stark auswirkt. Das Vertrauen der Schüler in die Richtigkeit der Aussagen der computerbasierten Lehreinheit wurde als sehr gering eingestuft. Hier wurden Rückschlüsse zu den gängigen Spielkonsolen gezogen[7] (Playstation, Gameboy), wobei den Kindern an dieser Stelle bewusst war, dass sie sich hier in einem Spiel befinden, in dem sie die Vorgänge selbst steuern können. Die Lehreinheit wurde als ein Spiel empfunden, in dem es nicht um das Lernen geht und die Aussagen unmöglich richtig sein können. Die Schüler waren einer völlig unbekannten Situation ausgesetzt, in der sie sich einfinden mussten. Einhergehend mit der Arbeit an einer fremden Technik trat die Informationsaufnahme in den Hintergrund. Bereits bekannte Situationen wurden adaptiert[8] und das Verhalten darauf abgestimmt. Konsequenz: Sofern VR-Techniken (Computertechnik) als Lehrmittel eingesetzt werden sollen, bedarf es im Vorfeld einer intensiven Vorbereitung der Schüler im Umgang mit IT-Anwendungen. Nur so können operationalisierbare und vor allem vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Im Gegensatz dazu stehen dem Lehrer bei traditionellen Unterrichtsmethoden, nur Bilder, Beschreibungen oder plastisch, meist starre Modelle zur Verfügung. Beide Lehreinheiten wurden in der Vorbereitung aufeinander abgestimmt, so dass inhaltlich die gleichen Voraussetzungen bestanden. Auch in dieser Versuchsreihe wurde der Unterricht als Gruppenarbeit durchgeführt. Die Schüler erreichten bei den Leistungstests einen guten Durchschnitt von 2,3. Das Vertrauen in die Richtigkeit der Aussagen der Lehrer lag bei 100%. Weiterhin wurde das Vertrauen in den Lehrer untersucht. So wurde festgestellt, dass sich 6,2% der Kinder zu unrecht schlecht behandelt fühlen und die Person ‚Lehrer' als nicht vertrauenswürdig bezeichnen.[9] Trotzdem zweifeln sie die Aussagen und den Lehrinhalt in keiner Weise an. Die Probanden fühlten sich in der Lehrsituation sicher, da sie sich auf bekanntem Terrain befanden. Sie mussten sich nicht umstellen und neue Methoden erlernen. Jedoch war zu beobachten, dass die Kinder sehr viel mehr Interesse am Lernen mit der VR-Technik hatten und 68,4 % der Probanden gern den Schulalltag mit Lernsoftware gestalten möchten.

---

[1] Aufgrund der begrenzten Anzahl von Computern und deren Mobilität, wird die Gruppenarbeit bzw. der Gruppenunterricht bevorzugt. Spätere Vergleiche zu anderen Unterrichtsmethoden bleiben offen.
[2] Heimat und - Sachkundeunterricht
[3] Grundschule
[4] bereits vorhandene Kenntnisse der Schüler, oder der "AHA" Effekt (hab ich schon mal gehört)
[5] Gemeint sind PC's - exklusive Spielkonsolen
[6] 89% der Grundschüler gaben an, Angst zu haben, etwas kaputt oder falsch zu machen
[7] 76,3% der Probanden spielen regelmäßig mit Spielkonsolen - 72,1% der Kinder zogen Rückschlüsse von Spielkonsole zu Lehreinheit und formulierten ein geringes Vertrauen in die Richtigkeit der Aussagen.
[8] Der Vergleich zu Spielkonsolen
[9] Aussagen wie z.B. "Lehrer XX bevorzugt den Schüler YY..." wurden von den Kindern durchgehend als wahr betitelt.



J. Gehrke

Postpartale Depression in ihrer Auswirkung auf kindliche Entwicklungsprozesse

Julia Gehrke, Tel.: (030) 5017 9986, E-Mail: jg_jules_@hotmail.com, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

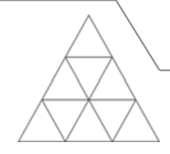
Fragestellung: Vor dem Hintergrund hoher Prävalenzraten depressiver Störungsbilder bei Frauen in der postpartalen Phase sowie der dadurch bedingten, teilweise gravierenden, Einschränkungen essentieller mütterlicher Fähigkeiten, wurde in dieser Arbeit nach den Konsequenzen für die kindliche Frühentwicklung gefragt.

Methode: Zunächst erfolgte eine ausführliche theoretische Analyse unter Verwendung der zum Thema vorhandenen internationalen Literatur. Daraus ergaben sich Forschungsfragen, die aktuell im Rahmen einer prospektiven Längsschnittstudie von der Autorin untersucht werden. Das Studiendesign wird im Anschluss an die Präsentation der Ergebnisse der theoretischen Analyse vorgestellt.

Ergebnisse: Der Forschungsstand bezüglich der Auswirkungen postpartaler Depression auf kindliche Entwicklungsprozesse ist im Gegensatz zu der Erforschung parentaler Depression zu anderen Zeitpunkten im Leben des Kindes noch sehr gering. Dennoch können angesichts der momentan verfügbaren Daten zwei Grundaussagen getroffen werden: Positiv zu bewerten ist, dass nicht alle Kinder postpartal depressiver Mütter messbare Entwicklungsdefizite ausbilden oder eine psychopathologische Entwicklung durchlaufen. Vielmehr scheinen subtile Aspekte der Mutter-Kind-Interaktion (Mutter z.B. geringes Ausmaß an Babytalk, wenig Responsivität, wenig Kind-fokussierte Sprache; Kind z.B. wenig Blickkontaktaufnahme) sowie bestimmte konstitutionelle Bedingungen (Mutter z.B. niedrige soziale Schicht; Kind z.B. geringes Geburtsgewicht, männliches Geschlecht) das Risiko für eine defizitäre kindliche Entwicklung zu erhöhen. Negativ und höchst besorgniserregend sind Befunde, die im Sinne des entwicklungspsychologischen Konstruktes "sensibler Phasen" eine besondere Gefährdung der kindlichen Entwicklung durch maternale Depression in der Zeit nach der Geburt im Vergleich zu anderen Zeitpunkten im Leben des Kindes nahe legen. Dokumentierte Einschränkungen der Entwicklung betreffen vor allem kognitive und sozio-emotionale Fähigkeiten der Kinder postpartal depressiver Mütter sowie Verhaltensprobleme im klinisch auffälligen Bereich. Vereinzelt konnten die Effekte der maternalen postpartalen Depression bisher bis ins achte Lebensjahr des Kindes nachgewiesen werden.

Schlussfolgerung: Die Beständigkeit der Beeinträchtigungen der kindlichen Entwicklung, die in einigen Studien aufgezeigt wurde, weist auf die dringende Notwendigkeit effektiver Interventionsmöglichkeiten hin. Vielversprechend erscheint in diesem Zusammenhang eine differenzierte Erforschung und detaillierte Beschreibungen der Verhaltens-/Interaktionsdimensionen, die besonders nachteilige Entwicklungsprozesse vermitteln und somit Ansatzpunkte für gezielte Interventionen bieten.

Aktuelle Fragestellung und Studiendesign: Welche Effekte von Interventionen (im Rahmen von Mutter-Kind-Behandlungsprojekten) auf die Entwicklungsfähigkeit des Kindes sowie die Mutter-Kind-Interaktion werden in einem Behandlungszeitraum von sechs bis acht Wochen sichtbar? Hierzu werden u. a. die folgenden Hypothesen geprüft:



I: Mit dem Grad der Reduktion der klinisch auffälligen Beeinträchtigung der Mutter steigt die Entwicklungsfähigkeit des Kindes.

- Entwicklungsstand erhoben durch:
  - o Bayley Scales of Infant and Toddler Development 3rd Edition - Bayley III (Bayley, 2006)
- Klinisch auffällige Beeinträchtigung der Mutter, erhoben über Fremd- und Selbsteinschätzungsverfahren:
  - o Diagnosestellung durch erfahrene Psychiater auf Basis der ICD-10
  - o Fragebogen zur Depressionsdiagnostik - FDD (Kühner, 1996) ---> Depression auf Syndromebene
  - o Edinburgh Postnatal Depression Scale - EPDS (Cox, Holden, Sagowsky, 1987) --->postpartale Depression auf Symptomebene
  - o Symptom Checkliste von Derogatis - Deutsche Version SCL-90-R (Franke, 1995) ---> Selbsteinschätzung des Belastungsgrades durch die Symptome

II: Definierte Dimensionen der Mutter-Kind-Interaktion verbessern sich mit dem Grad der Reduktion der mütterlichen Symptomatik (Interaktionsvideo, Standard-Pflegesituation)

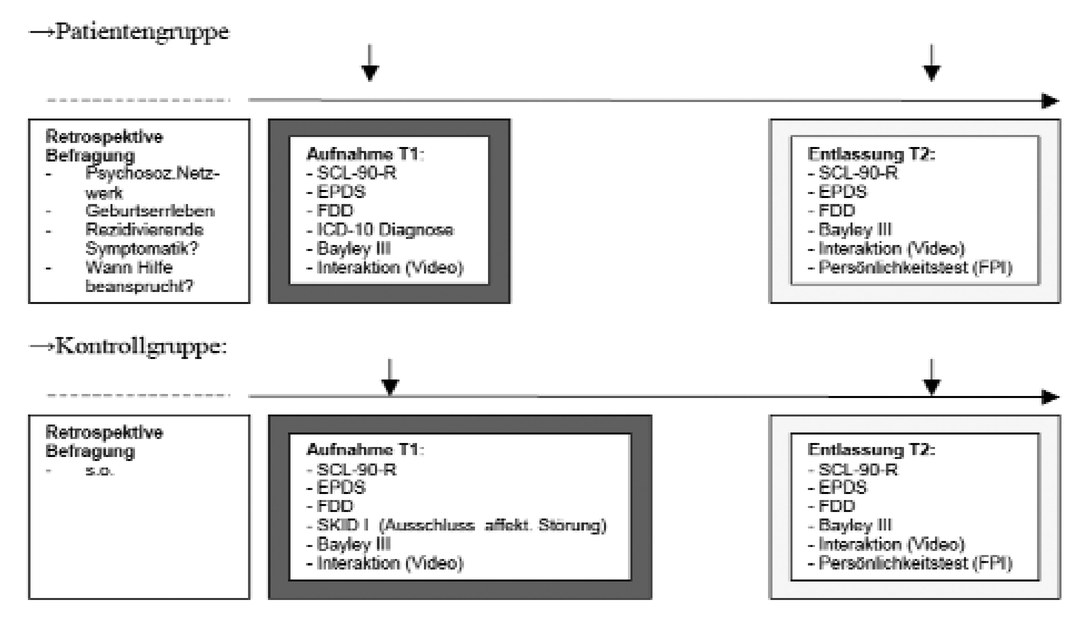
- o Interaktionsdimensionen:
- o Mutter: Emotion (Mimik im Interaktionsverlauf), Zärtlichkeit (grobe vs. zärtliche Berührungen), strukturelle Komponenten der Sprache (Satzbau, Lautstärke, Kontingenz, Modulation), verbale Restriktion (abwertende Kommentare), Sprachinhalt (Mutter-fokussiert vs. Kind-fokussiert), Sensitivität/Responsivität, Überstimulation, Unterstimulation.
- o Kind: Emotionen (Mimik, Körperhaltung), Lautäußerungen (Vokalistation), Blickrichtung zur Mutter, Reaktivität (in Bezug auf mütterliches Verhalten), Interaktionsbereitschaft (schläfrig vs. aufmerksam)

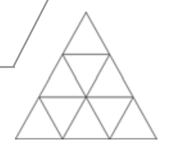
<u>Stichprobenbeschreibung:</u>

Erwartete Stichprobengröße n = 25 Mütter, die aufgrund einer depressiven Symptomatik in der postpartalen Phase in stationärer Behandlung sind. Eine entsprechende Kontrollgruppe von n = 15 Müttern und Kindern, wird in Kooperation mit einer Geburtsklinik/Hebammen rekrutiert. Das Alter der untersuchten Kinder liegt zwischen 15 Tagen und sechs Monaten.

<u>Studiendesign:</u>

prospekt. Längsschnitt, zwei Messzeitpunkte, quasi-experimentelles Design





T. Bruchholz

Abwanderungsabwehrende Lebensmodelle von Familien in ostdeutschen Kleinstädten

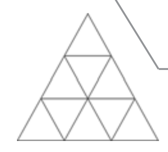
- "Alles da. Und die Ruhe, die man auch braucht": Warum die Kleinstadt für Familien attraktiv ist -

Tom Bruchholz, Tel.: (0177) 6454878, E-Mail: Tom.Bruchholz@gmx.de, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

Befragt man eine Vielzahl von Familien in ostdeutschen Kleinstädten, so zeigt sich: Diese Familien sind froh, dass ihre Kleinstadt trotz Abwanderung und Institutionenrückzug noch nicht Dorf geworden ist, dass sie nicht dort leben, wo gar *"nichts mehr los ist"*, wo es keine Auswahl an Freunden gibt, wo jeder Weg ein Auto erfordert. Sie lieben zwar "die Ruhe", den Wald und die Felder, ihr Umland. Gleichzeitig schätzen sie jedoch die Anwesenheit von Kindertagesstätten, Schulen, Hort- und Freizeitangeboten für Kinder, Einkaufsmöglichkeiten, Vereinsleben und Kleinstadtkultur. Seit Anfang 2006 beschäftigt sich ein Team der Hochschule Magdeburg-Stendal unter Federführung des Berliner nexus Instituts und in Zusammenarbeit mit der Landgesellschaft Sachsen-Anhalt mit dem Thema Familienleben und Familienfreundlichkeit in Kleinstädten und im ländlichen Raum Sachsen-Anhalts[1].
Ziel der Untersuchung ist herauszufinden, welche "weichen" Faktoren "jenseits" bzw. "unterhalb" des zweifellos zentralen Faktors Arbeit Einfluss auf das Familienleben und das Bleibeverhalten von Familien in Kleinstädten haben, um Handlungsstrategien für die Entwicklung von Kleinstädten und Orten im ländlichen Raum zu entwerfen.

Was ist "familienfreundlich", was nicht[2]? Einige Ergebnisse in Kürze:

Für Eltern ist die Kleinstadt familienfreundlich, weil Kindertagesstätten und Grund- sowie Sekundarschule in der Stadt vorhanden und somit Familien-Wege und Fahrzeiten relativ kurz sind. Oft wird kritisiert, dass es in der Kleinstadt meist kein Gymnasium mehr gibt. Die Fahrzeiten dieser Schüler sind dadurch sehr lang. Eltern mit kleineren Kindern stört, dass z.T. nur sehr wenige Spielplätze vorhanden sind und sich diese häufig in schlechtem Zustand befinden. Als besonders familienunfreundlich wird von Eltern die Tatsache empfunden, dass es kaum Kinderärzte und nur wenig Fachärzte vor Ort gibt und sie mit ihren Kinder für Behandlungen immer in größere Städte fahren müssen. Von Jugendlichen wird beklagt, dass zumeist kein Jugendklub in der Stadt vorhanden ist. *"Freizeitmäßig... ist die Kleinstadt tot"*, sagen junge Erwachsene. Auch das Fehlen von Kino, Bowlingbahnen, Cafés und guten Kneipen wird von Jugendlichen und jungen Eltern bemängelt. *"Ein Nachteil ist, dass man immer erst mit dem Auto in eine nahe Großstadt fahren muss, wenn man abends noch was machen will. Und man muss einen bestimmen, der fährt und der dann nichts trinken darf."*
Alle Befragten loben - wenn in der Kleinstadt vorhanden - die Musikschule bzw. ihre Außenstelle. Durch Konzerte und Auftritte der Musikschüler wird sie von den Menschen als kulturelle Bereicherung empfunden. Gelobt wird von den Familien auch stets eine (Kinder-) Bibliothek, so sie vor Ort besteht. Viele Kleinstädter sind in einem Verein aktiv. Für Kinder und Jugendliche gibt es vor allem in den Sportvereinen und bei der Jugendfeuerwehr verschiedene Angebote, welche rege genutzt und als attraktiv angesehen werden. Nach dem Unterricht bieten auch die Schulen einiges an Freizeitaktivitäten in Arbeitsgemeinschaften an. Familien schätzen die naturnahe Landschaft mit ihren Freizeit- und Ausflugmöglichkeiten,



welche die Kleinstadt bietet. Weniger familienfreundlich finden Familien und vor allem Jugendliche schlechte Anbindungen an öffentliche Verkehrsmittel und zumeist schlechte innerstädtische Fahrradwege. Fast alle Befragten sehen vor dem Hintergrund von Familienfreundlichkeit Durchgangsverkehr als ein Problem an. Um die Sicherheit ihrer Kinder machen sich Eltern erhebliche Sorgen. In der Kleinstadt gibt es zwar viele Einkaufsmöglichkeiten für Lebensmittel und Waren des täglichen Bedarfs. Schlecht hingegen ist die Versorgung mit fast allen anderen Dingen wie Kleidung, Haushaltseinrichtungsgegenständen oder Elektronikartikeln. Zu größeren Einkäufen fahren die Kleinstädter meist in Großstädte. *"Wenn man hier die so genannte Einkaufsstraße runtergeht, da sind drei, vier Läden. Aber nichts Gescheites. Das läuft alles sehr mau"*, so ein Befragter. *"Ab um sechs sind die Bürgersteige hochgeklappt"*. In Großstädten ist *"abends mehr los"*, man kann besser einkaufen. Trotzdem möchten die befragten jungen Erwachsenen dort nicht hinziehen. Sie fürchten die höhere Kriminalität, in der Großstadt sind ihnen *"zuviel Leute und zuviel Verkehr"*. Allerdings machen sich auch einige Eltern in der Kleinstadt Gedanken, wie sie im Alter ihre Einkäufe erledigen können, wenn sie nicht mehr so mobil sind. Kritisiert wird in diesem Zusammenhang von Einigen auch der immer geringer werdende ÖPNV. Schön an der Kleinstadt finden viele Befragte vor allem, dass man sich hier untereinander kennt. Das ruhige und beschauliche Leben sowie wenig Stress und keine Staus werden von Kleinstädtern sehr geschätzt. Im Verhältnis zu Städten wie Magdeburg oder Halle (Saale)/ Leipzig sehen die Kleinstädter ihre Orte aber als etwas *"abgeschnitten"* an: Es gibt wenig Vorträge, wenig Auswahl an Volkshochschulangeboten, bei den Schulen keine Wahlmöglichkeit. Einige sagen jedoch bezüglich der kleinstädtischen Bildung: Es ist gut *"dass die Klassen sehr klein sind. Das ist ein schönes Lernen."* Und: *"Kinder haben hier mehr Möglichkeiten zu spielen, sich zu entfalten und sich in einem übersichtlichen Umfeld zu bewegen. Sie können andere Kinder allein besuchen, was sie in diesem Alter in der Großstadt nicht machen würden."*

Menschen in die Kleinstadt identifizieren sich zumeist zuallererst wegen der schönen Landschaft mit ihrer Stadt. Nahezu alle Befragten finden es ideal, dass ihre Kinder naturnah aufwachsen können. Sie sagen: *"Das merken wir selber oft gar nicht mehr. Aber wenn wir Besuch haben, beneiden die uns immer darum"*.
Viele der Befragten kritisieren, dass die Attraktivität der Kleinstadt oft wenig wirtschaftlich und touristisch erschlossen ist: *"Für jemanden, der hier durchfährt, gibt es kein Grund anzuhalten."* Das liegt einerseits daran, dass immer weniger kulturelle und soziale Einrichtungen vor Ort sind, andererseits ist es darin begründet, dass viele Häuser auch fünfzehn Jahre nach der deutschen Einheit noch immer in schlechtem Zustand sind und *"trist"* aussehen.

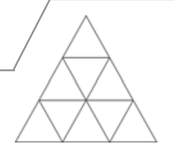
Das Leben im ländlichen Raum ist etwas für Menschen, die Übersichtlichkeit brauchen, *"Ruhe haben möchten"* - und gleichzeitig ein vitales Kleinstadtleben schätzen.

Weitere Informationen zum Projekt:
- www.ProLandleben.de
- www.nexus-berlin.com

---

[1] Aufgrund der hohen Abwanderung und des Geburtenrückgangs werden in sieben sachsen-anhaltinischen Orten Familien- und Experteninterviews durchgeführt. Auftraggeber der Studie "Ländliche Lebensmodelle junger Menschen und Familien" ist das Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr Sachsen-Anhalt.

[2] "Familienfreundlich" wird von den Befragten selbst definiert. Grundsätzlich gilt in den Interviews: Der Begriff bezieht sich nicht nur auf Kinderfreundlichkeit, sondern auf Wohlbefinden und Handlungsmöglichkeiten aller Familienmitglieder (bis hin zu Großeltern).



M. Just

Kokainkonsum in Deutschland. Eine Befragung von Kokainkonsumenten verschiedener sozialer Milieus.

Maik Just, Tel.: (0391) 886 4685, E-Mail: m.just@web.de, Homepage: http://www.kokainkonsum.info, Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich SGW, Breitscheidstr. 2, 39112 Magdeburg

Forschungsproblem

Das Schnupfen von Kokain wird normalerweise mit den "Schönen und Reichen" oder Prominenten in Verbindung gebracht. Seit einigen Jahren gibt es zahlreiche Anzeichen dafür, dass der Kokainkonsum in Deutschland auch in der "normalen" Bevölkerung angestiegen ist. Dabei werden diese Konsumenten nur selten auffällig, indem sie z.B. mit Polizei oder der Suchtkrankenhilfe in Kontakt kommen. Auch verelendete Junkies sind im Zusammenhang mit Kokain nicht zu finden. Insbesondere sozial integrierte Jugendliche, junge Erwachsene und besondere Risikogruppen scheinen eine höhere Affinität zum Konsum von Kokain zu haben. Wer allerdings in welchen Situationen, wann, warum, wie viel Kokain, mit welchen kurz- sowie langfristigen Effekten konsumiert und welche konsumregulierenden Ressourcen innerhalb dieser Gruppen bestehen, ist bislang in Deutschland kaum erforscht worden. Eine der großen Forschungsfragen ist deshalb, welche Typen von Konsummustern in der Kokain-Szene vorherrschen. Sind diese bekannt so ist es möglich, zielgruppenspezifische Angebote der Suchtkrankenhilfe zu entwickeln.

Studiendesign

Im Rahmen einer Forschungsförderung durch das Kultusministerium Sachsen-Anhalt konnten von 2004 - 2005 insgesamt 769 aktuelle Konsumenten von Kokain mit einem fragebogengestützten face-to-face Interview zu ihren Konsumgewohnheiten befragt werden. Mit Hilfe des "snowball-samplings" und der "Methode der Schleuse" gelang es, auch Probanden aus bisher nicht erforschten Milieus wie Prostituierte, Trucker, Biker, aber auch Party-Besucher, IT-Branche und Entertainment zu gewinnen. Durch statistische Analysen (Faktorenanalyse, Clusteranalyse) konnten aus dem umfangreichen Datensatz fünf Typen von Kokainkonsumenten ermittelt werden.

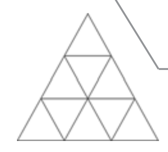
Ergebnisse

1. Konsummuster des langzeitigen Scheiterns (Drop-Out-Type), n= 139

Dieser älteste Typ kommt aus Groß- oder Millionenstädten und seine sozialen und beruflichen Indikatoren sind sehr schwach. Sein Drogenkonsum ist von Anfang an früh, experimentierfreudig und exzessiv. Auch aktuell praktiziert er den umfangreichsten Konsum von legalen und illegalen Drogen u.a. auch Heroin. Er konsumiert im Durchschnitt 22 Tage im Monat etwa 2,2 g Kokain am Tag und dabei nicht selten i.v. Seine Strafauffälligkeit, die Kontakte zum Suchtkrankenhilfesystem und seine hohe Verschuldung sind nur einige der Folgen seines abhängigen Konsums von Kokain und anderen illegalen Drogen.

2. Weibliches Konsummuster der Erfolgreichen (Sensitive-Type), n=153

Diese Gruppe kommt aus und wohnt hauptsächlich in Millionenstädten, hat einen guten Bildungsabschluss, die meisten Berufsabschlüsse und ist überdurchschnittlich vollbeschäftigt. Erfolgreich ist er vor allem in Stressberufen, wie IT/EDV, Medizin, Handwerk oder Dienstleistung. Bedingt durch seine Lebensziele aber auch durch geltendes Recht, reflektiert



und kontrolliert er seinen Kokainkonsum am besten z.B. durch anlassbezogenen Konsum, Ausgaben- oder Mengenbegrenzung. Insgesamt ist sein Konsumverhalten von Drogen als eher "weiblich vernünftig" zu bezeichnen.

3. Männliches Konsummuster des Nachholebedarfs (Obsessive-Type), n=154

Er kommt häufig aus und wohnt in ostdeutschen Großstädten, ist bei den Medien beschäftigt oder selbstständig/freiberuflich. Seine Drogenerfahrung ist sehr umfangreich und spiegelt Experimentierfreude und "Nachholebedarf" wieder, was nicht ohne Folgen bleibt: über 60 % hatten Kontakt zur Polizei, davon 28% wegen Verkehrsdelikten in Zusammenhang mit Drogen, über die Hälfte bezeichnet sich selbst als abhängig, aber nur 10 % hatten bereits Kontakte zur Suchthilfe.

4. Männliches Konsummuster mit sozialer Eingebundenheit (Socializing-Type), n=112

Die Mitglieder dieses Typs kommen oft aus ländlichen Gegenden, bevorzugen aber die Chancen der Kreis- und Großstädte. Diese Gruppe ist familiär stark eingebunden, hat zum großen Teil feste Beziehungen und die meisten Kinder. Er nimmt zwar nach Typ 1 am längsten illegale Drogen, hat aber relativ spät mit Kokain begonnen. Im letzten Jahr konnte er am seltensten Kokain konsumieren, da sich nur Gelegenheiten bieten, wenn er frei hat - frei von Job und Familie - dann aber zu fast jedem Anlass.

5. funorientiertes Konsummuster der Wendezeit-Kinder (Life-Style-Type), n=95

Dieser Typ kommt oft aus ländlichen Gebieten in der Nähe von Ballungszentren oder Kreisstädten und sucht in den Groß- und Millionenstädten nach Selbstverwirklichung, Spaß und Karriere. Der Konsum von Kokain findet fast ausschließlich am Wochenende statt und hier auch fast immer bei Privatpartys, also kaum in der Öffentlichkeit. Er bevorzugt als Beikonsum Alkohol und Cannabis. Er will dabei vorrangig Spaß haben und fit bzw. wach sein und gebraucht Kokain insgesamt sehr funktional.

Schlussfolgerungen

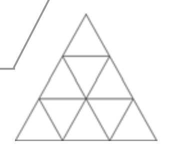
Der Konsum von Kokain stellt zunehmend eine gesundheits- und gesellschaftspolitische Herausforderung dar, da dieser mit zahlreichen gesundheitlichen und sozialen Risiken verbunden. Durch die Studie konnte gezeigt werden, dass Typ 1 bereits vom Suchtkrankenhilfesystem erfasst wird, Typ 2 durch vorhandene Selbst-Kontroll-Mechanismen (wahrscheinlich) keine zusätzlichen Angebote benötigt, die Typen 3, 4 und 5 jedoch kaum oder gar nicht von der Drogenhilfe erreicht werden. Die Aufgabe des Gesundheitssystems in den nächsten Jahren wird sein, weitere Angebote für diese Konsumenten, z.B. in Form von speziellen Indikationsgruppen oder Kokainsprechstunden, zu schaffen.

Literatur

[1] Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht (EBDD): Jahresbericht 2005
[2] Kraus et.al.: Kokainkonsum und kokainbezogene Störungen: Epidemiologie, Therapie und Prävention, 2005
[3] Prinzleve, M., C. Haasen, et al.: Cocaine use in Europe - a multi-centre study: patterns of use in different groups. Eur Addict Res 10: 147-155, 2004
[4] Thiel et.al.: KokainkonsumentInnen in der offenen Hamburger Hauptbahnhofszene, 2000

---

1 z.B.: EBDD 2005; Kraus et.al. 2005
2 z.B.: Thiel et.al. 2000; Prinzleve et.al 2004

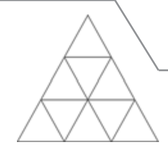


St. Wellge

Benefit Audit. Das EG Umwelt - Audit im Kontext von Kundeninteresse und Unternehmenszielen. - Eine Studie -

Steffen Wellge, Tel.: (05361) 931 126, E-Mail: steffen.wellge@volkswagen.de, Volkswagen AG, Konzernforschung Umwelt-Produktion-Umweltmanagement, Postfach 1897, 38436 Wolfsburg

Vor kurzer Zeit hat die Zahl der am Environmental Management and Audit Scheme (EMAS) beteiligten europäischen Unternehmensstandorte die Marke 5000 überschritten. Damit ist das Umweltmanagement nach dem EMAS Verfahren weiterhin auf dem Vormarsch. Während die umwelt- und ressourcenbezogenen Wirkungen des Umweltmanagements nicht bezweifelt werden, ist der wirtschaftliche Erfolg immer noch unsicher. Die Forschungen zu der diesem Beitrag zugrunde liegenden Masterarbeit beschäftigten sich mit der Frage, wie ein Kunde sich über die Umweltleistungen von Unternehmen (Informationsverhalten) informiert und ob er diese Daten innerhalb seiner Kaufentscheidung berücksichtigt. Von der Unternehmensseite wurde beleuchtet, ob ein Unternehmen durch seine freiwillige Teilnahme am Umweltmanagementverfahren einen Marktvorteil erzielen kann.
Die Untersuchung baut auf den Erkenntnissen und Methoden der Empirischen Sozialforschung auf. Anhand der Voruntersuchungen auf dem Gebiet der Umweltbewusstseinsforschung, kristallisierte sich die Leitfadengestützte Interview-Methode als effizientestes Mittel für diese Analyse heraus. Während der Planung und Konzeption wurden sowohl das Untersuchungsproblem näher definiert, als auch die Untersuchungsform und das Stichprobenverfahren festgelegt. Weiterhin musste festgelegt werden, wie die Antworten der Probanten auf die einzelnen Fragen zu werten sind. Vorteilhaft in diesem Zusammenhang ist die Zustimmung und Ablehnung zu den einzelnen Fragen in Form von Zahlenwerten zu messen. Eine Technik zu einer solchen Einstellungsmessung wurde bereits 1932 von Rensis Likert entwickelt. Um die Antworten möglichst differenziert darstellen zu können, wurden in dieser Untersuchung eine fünf stufige "Likert Skala" verwendet. Eine Zusammenstellung der Fragen erfolgte in 4 Themengebiete (Umweltbewusstsein u. -verhalten, Informationsverhalten, EMAS Kundenwissen, Umweltschutz als Kaufkriterium) sowie in einen tagesaktuellen und einen persönlich/sozialen Bereich. Die Dauer für das gesamte Interview wurde auf 10 Minuten festgelegt.
In die Interviewkonzeption konzentriert sich auf die Fallgruppe der Kunden der Volkswagen AG einbezogen werden. Vorausgesetzt wurde hier, dass sich die Kunden bereits vor und während ihrem Fahrzeugkauf spezifisch mit dem Produkt und dem Unternehmen beschäftigen und so über ein deutliches Hintergrundwissen verfügen sollten.
Um das Konzept umsetzen zu können, wurden die Interviews in der Autostadt GmbH in Wolfsburg durchgeführt. Alle Interviewpartner wurden zufällig aus dem Besucherpool ausgewählt und in jedem Fall vorher nach ihrer Zustimmung befragt. Im Wesentlichen stützten sich die Fragen in den Themengebieten auf Leitfragen, die während der Planungsphase ausgearbeitet und durch die Themenblöcke in den Fragebögen weiter ausdifferenziert wurden. Die Aussagen und Fragen ergänzten sich jeweils und entwickelten sich von allgemeinen (z.B. "Ich fahre regelmäßig Fahrrad") zu sehr speziellen, wie z.B. "Volkswagen besitzt ein Umweltmanagementsystem". Generell waren die Probanten aufgeschlossen und konzentriert bei der Beantwortung der Fragen beteiligt. Einige

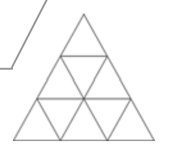


Probanten entwickelten eigene Ideen für den Umweltschutz bei Volkswagen zu entwickeln. In die Untersuchung konnten 177 Personen eingebunden werden, wobei 146 Fragebögen im nachhinein auswertbar waren. Laut der Umweltbewusstseinsstudie[1] 2004 erachten 92% der Deutschen den Umweltschutz für sehr wichtig. Eben diese Einstellung sollte durch die Studie bestätigt werden. Im Ergebnis lag die Zustimmung der Volkswagen Kunden bei 81,6% der Befragten. Dieser Wert trifft nicht ganz die gesamtdeutsche Zahl, liegt aber durchaus im Zielbereich. Das Informationsverhalten ist vorrangig durch Passivität gekennzeichnet. Eine Mehrzahl von 41,1% der Befragten möchte über Faltblätter, Fahrzeugbeilagen, Zeitungsartikel und Werbemaßnahmen über den Umweltschutz bei Volkswagen informiert werden.
Die Volkswagen AG hat bei den Befragten generell ein positives Umweltschutzimage. Ein erhöhtes Umweltschutzengagement sprechen 53,4% der Befragten dem Unternehmen zu. Die Aussage, dass die Volkswagen AG Umweltschutz während seiner weltweiten Produktion betreibt, konnten 45,2% der Interviewten zustimmen. Weitere Fragen zu detaillierten Vorgehensweisen wie z.B. Öko Audit wurden im erhöhten Maß mit k.A. (keine Angaben) quittiert. Das zeigt eindeutig, dass die Kunden über die Wirkung und die Vorteile einer EMAS Teilnahme nicht informiert sind. Dennoch ist ein erhöhter Aufwand im Bereich des produktionsbezogenen Umweltschutzes, bei gleichen Konditionen zu anderen Mitbewerber Modellen für 35,6% der Befragten ein Grund eher einen VW zu kaufen. Wenn das Fahrzeug einen Aufpreis bis zu 500 € (*durch besseren produktionsbezogenen Umweltschutz*) hätte, würden immerhin noch 32,2% der Befragten eher einen VW kaufen. Negativ behaftet ist in diesem Zusammenhang die Assoziation von Umweltschutz und dafür anfallenden Kosten. 54,1 % der Befragten glauben, dass durch einen hohen Umweltschutzstandard auch höhere Kosten auf den Endkunden zukommen. Diese Zahlen zeigen, dass eine gewisse Bereitschaft einen gesteigerten Umweltschutz zu honorieren vorhanden ist, aber gleichzeitig dem Kosten-Nutzen-Verhältnis von Umweltschutzmaßnahmen ein nachteiliges Image anhaftet.

Zusammenfassung

Durch die Masterarbeit wurden die Methoden der Empirischen Sozialforschung auf ein vielfältiges Spannungsfeld angewendet. Eine deutliche Fokussierung auf die Kunde-Unternehmensbeziehung erwies sich als außerordentlich förderlich für die Ergebnisse der Arbeit und die Erfahrungen bei Volkswagen. Einige der erarbeiteten Grundlagendaten wurden mit ähnlich gelagerten Studien verglichen und zeigen die theoretisch mögliche Ergebnisprojizierung über die Stichprobe hinaus. Weiterhin konnte aufgezeigt werden, dass sich das EMAS Verfahren 10 Jahre nach der Einführung nicht primär als marktorientiertes System etablieren konnte. Hier ist es notwendig die Kunden sowohl durch den Gesetzgeber als auch durch die Unternehmen stärker über die Vorteile und Leistungen von Umweltmanagementsystemen (EMAS/ ISO 14001) zu informieren. Denn nur wenn der Kunde diese Informationen auch bekommt, kann er sie in seine täglichen Entscheidungsprozesse integrieren.

[1] Umweltbewusstsein in Deutschland 2004, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin 2004



M. Krebs

Forschungsprojekt: „eGovernment für Unternehmen“

Michael Krebs, Tel.: (03943) 659-434, E-Mail: mkrebs@hs-harz.de, Hochschule Harz, Fachbereich Verwaltungswissenschaften, Domplatz 16, 38820 Halberstadt

1 Einleitung

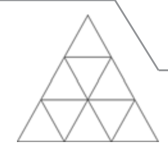
Das Themenfeld eGovernment feiert zwar erst den sechsten Geburtstag, dennoch sind die vielfältigen Auswirkungen, Folgen und Effekte für die Verwaltungen in ihren internen und externen Kommunikationsbeziehungen unübersehbar. Während in der Anfangsphase die Probleme der Bürger im Fokus des Interesses standen, sind es heute die Unternehmen. Deren Kontakte zu Verwaltungen sind wesentlich zahlreicher, vielfältiger und komplexer als beim Bürger. Mit den neuen IuKTechnologien und webbasierten Diensten wird versucht, den erhöhten Ansprüchen der Unternehmen gerecht zu werden. Das Forschungsprojekt „eGovernment für Unternehmen“ geht jedoch noch einen wesentlichen Schritt weiter und versucht, nicht nur die Prozesse innerhalb einer Institution oder Verwaltung zu optimieren, sondern ein komplettes, regionales oder städtisches Dienstleistungsportal zu entwickeln, das die Dienstleistungen unterschiedlichster Institutionen und Verwaltungen bündelt und aus Unternehmenssicht zusammenstellt.

2 Hintergrund und Ausgangslage

Durch die Internationalisierung und Globalisierung wachsen die regionalen Konkurrenz- und Wettbewerbssituationen. Unternehmen orientieren sich mit ihrem Standortverhalten und –bewertungen mehr und mehr an den regionalen Angeboten. Empirische Untersuchungen haben in diesem Kontext nachgewiesen, dass die Angebote der Verwaltungen wie auch der Wirtschaftsförderungen einen großen und wachsenden Einfluss auf das unternehmerische Verhalten und damit auch auf die regionale oder städtische Wirtschaftsentwicklung haben (weiche, unternehmensbezogene Standortfaktoren). Durch gute, abgestimmte, unbürokratische und vor allem auch qualitativ hochwertige Dienstleistungen können Standorte im regionalen Wettbewerb daher erhebliche Vorteile erzielen. Die Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK), in Form eines umfassenden thematischen eGovernments (wirtschaftsbezogenes eGovernment), spielen für dieses neue Design der unternehmensbezogenen Dienstleistungen eine große, bestimmende Rolle. Sie eröffnen neue Horizonte für die interkommunale und interadministrative Zusammenarbeit. Zurzeit herrschen auf diesem Gebiet zahlreiche Probleme. Es existiert meist eine geringe Kooperation zwischen öffentlichen Institutionen. Weiterhin ist der Abbau von bürokratischen Regelungen kaum zu spüren (Kundenorientierung). Hinzu kommt das die Unternehmen eine geringe Akzeptanz gegenüber eGovernment zeigen und somit ein großer Aufklärungsbedarf besteht. Außerdem sind wirtschaftliche eGovernment-Anwendungen für Unternehmen eher selten zu finden.

3 Ziel des Forschungsprojektes

Das Ziel des Teilprojektes „eGovernment für Unternehmen“ ist, eine regionale oder städtische Dienstleistungsplattform für Unternehmen zu entwickeln, innerhalb dessen nicht nur die Dienstleistungen unterschiedlicher Verwaltungen einer Stadt oder einer bestimmten Region sondern auch die Wirtschaftsförderungsdienstleistungen durch eigene

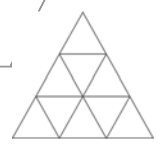


Agenturen oder Verbände integriert, gebündelt sowie digital optimiert werden sollen. Entbürokratisierung, Dienstleistungsoptimierung und Effizienzsteigerung der Verwaltungen, Verbände und Wirtschaftsförderungen für die regionalen Unternehmen und die regionale Wirtschaft sind daher wichtige und erklärte Teilziele dieses Projekts. Es kommt im Wesentlichen also nicht nur auf die Bündelung der unterschiedlichen Dienstleistungen nach unternehmerischen Anforderungen (Lebens- oder Problemlagen) an, sondern auch auf die Optimierung der zahlreichen Prozesse innerhalb und zwischen den unterschiedlichen Verwaltungen und den jeweiligen Wirtschaftsförderungsinstitutionen und Verbänden („Common Business Services"). Das Forschungsteilprojekt beschäftigt sich folglich mit drei bzw. vier unterschiedlichen Anbieterebenen (Wirtschaftsförderungen, Kommunalverwaltungen, staatliche Verwaltungen und Unternehmensverbände) und zwei zentralen, aber im Ansatz unterschiedlichen Dienstleistungsbereichen (Ordnungsverwaltung und Gestaltung, Förderung), deren Zusammenführung durch Informations- und Kommunikationstechnologien ein hoch interessantes Projekt zu werden verspricht. Darüber hinaus wird das Projekt mit sehr enger Einbindung regionaler oder städtische Akteure durchgeführt, allen voran natürlich die regionalen oder städtischen Unternehmen als Hauptzielgruppe des Forschungsprojekts. Weitere Zielgruppen sind Existenzgründer, Gewerbetreibende und ansiedlungswillige Unternehmen. Abschließend geht es um die für die praktische Umsetzung enorm wichtigen Kriterien der Wirtschaftlichkeit (konkreter Nachweis des ökonomischen Nutzens für die Stadt) und der praktischen sowie konkreten Umsetzung von zusätzlichen Anwendungen vor dem Hintergrund angespannter Haushaltslage (Personal, Ressourcen, betroffene Abteilungen).
Das Forschungsprojekt orientiert sich damit an den wesentlichen zukünftigen Optionen und Anforderungen die an ein modernes, zukünftiges eGovernment zu richten und von der weltweiten Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) formuliert worden sind:

- o User-focused eGovernment,
- o Multi-channel Service,
- o Annäherung an allgemeine Geschäftsprozesse,
- o eGovernment Co-Ordination,
- o Transformation durch Fokus auf multilevel-government sowie
- o mehr business-case gestützte eGovernment-Initiativen.[1]

Als zukünftiges Ergebnis wird zum einen ein Gutachten erstellt, das die unterschiedlichen Ansätze, Methoden, Prozesse und Ziele darstellt und bewertet, um auf dieser Grundlage Empfehlungen für eine Umsetzung zu geben (Umsetzungshinweise). Zum anderen wird jedoch auch die Entwicklung einer unternehmensorientierten Internet-Plattform in Form einer umfassenden Auflistung und Darstellung von Dienstleistungen angestrebt. Abschließend sollen Analysen der umfangreichen und teils sehr komplexen Prozesse helfen, wichtige Vorgaben und Vorarbeiten für relevante und wirtschaftlich zu betreibende virtuelle Verwaltungsdienstleistungen zu ermitteln (Prozessanalyse und Prozessoptimierung).

[1] OECD ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (Hrsg:) E-Government Studies: e-Government for Better Government, 2005 S. 17 ff



Ch. Reinboth

Auswirkungen der Stichprobengröße auf die Repräsentativität von Online-Befragungen

Christian Reinboth, Tel.: (03943) 659 340, E-Mail: creinboth@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57 - 59, 38855 Wernigerode

1. Einführung

Im Verlauf der letzten Dekade haben sich die zeitlichen Ansprüche an die traditionelle Marktforschung radikal verändert. Wie [Greenberg00] zeigt, ist die Produktlebensspanne einer aktuellen Digitalkamera auf knapp 6 Monate begrenzt, wobei 80% des Produktgewinns in den ersten zwei Monaten nach Markteinführung realisiert werden. Durch diese Entwicklung ergibt sich für den Marktforscher die Notwendigkeit, Informationen über Kunden und Märkte möglichst zeitnah zu beschaffen und zur Verfügung stellen zu können. Eine mögliche Lösung liegt in der Durchführung von Befragungen im Internet. Online-Befragungen sind mit geringen Kosten verbunden und lassen sich schnell und zeitnah durchführen – meist können bereits wenige Tage nach Beginn der Befragung erste Ergebnisse präsentiert werden. Aufgrund dieser Eigenschaften vertraten viele Branchenkenner zum Jahrtausendwechsel die Auffassung, dass Online-Befragungen konventionelle Befragungen graduell ablösen würden. Diese hohen Erwartungen haben sich inzwischen als nicht realistisch erwiesen, hauptsächlich aufgrund von Zweifeln an der Repräsentativität solcher Erhebungen.

2. Repräsentativität

Lediglich die Vollerhebung garantiert ein sicheres Ergebnis, aufgrund des hohen Aufwands wird aber meist eine Teilmenge untersucht, deren Merkmalsausprägungen stellvertretend erhoben werden. Die Merkmalsverteilung innerhalb der Stichprobe soll wiederum den erwartungstreuen Rückschluss auf die Merkmalsverteilung in der Grundgesamtheit ermöglichen. Ein solcher Rückschluss ist nur dann sinnvoll, wenn sich die Verhältnisse in der Grundgesamtheit möglichst verzerrungsfrei in der Stichprobe widerspiegeln. Ist dies der Fall, ist die Stichprobe repräsentativ [Hauptmanns03]. Die entscheidende Bedingung hierfür ist der Zufallscharakter der Stichprobe, welcher sich auch im allgemeinen Verständnis als bestimmender Faktor etabliert hat und hier nicht betrachtet wird. Statt dessen wird ein anderer Faktor beleuchtet, der sich ebenfalls auf die Repräsentativität auswirkt – die Stichprobengröße.

3. Bedeutung der Stichprobengröße

Für alle Zufallsstichproben gilt, dass eine Vergrößerung des Stichprobenumfangs die Wahrscheinlichkeit einer größeren Abweichung der erfassten Merkmalsverteilungen von denen der Grundgesamtheit senkt. Bei nicht-zufallsgesteuerten Auswahlverfahren oder Auswahlmängeln führt eine hohe Teilnehmerzahl jedoch nicht zu einer hohen Aussagekraft [Theobald00]. Ein klassisches Beispiel für einen Mangel im Auswahlverfahren, der auch durch eine sehr große Stichprobe nicht ausgeglichen werden konnte, ist das „Literary Digest Desaster". Das US-amerikanische Magazin Literary Digest versuchte 1936 den Ausgang der Präsidentschaftswahl anhand einer Erhebung

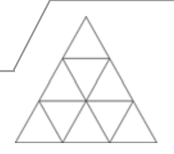
der Leserschaft des Digest zu ermitteln, das als unpolitische Publikation Leser unter Anhängern beider Lager besaß. Neben einer postalischen Befragung wurde zusätzlich eine Telefonbefragung durchgeführt, basierend auf einer Zufallsauswahl anhand des Telefonregisters. Die Befragung erreichte insgesamt mehr als 10 Millionen Wahlberechtigte, von denen sich etwa 2,3 Millionen beteiligten. Auf der Basis dieser Ergebnisse prognostizierte der Literary Digest einen Erdrutschsieg für den Republikaner Landon, tatsächlich erhielt jedoch der Demokrat Roosevelt das Mandat für eine zweite Amtszeit. Die große Abweichung lässt sich auf zwei Verzerrungseffekte zurückführen. Bei der Telefonbefragung wurde nicht bedacht, dass Telefone 1936 nicht flächendeckend verfügbar waren und sich der Großteil aller Anschlüsse in einkommensstarken Haushalten befand, die traditionell dem konservativ-republikanischen Lager zuneigen. Es ist hervorzuheben, dass auch eine korrekt durchgeführte Zufallsauswahl nicht zu einer repräsentativen Stichprobe führt, wenn sie aus einer Teilmenge entnommen wird, in der hinsichtlich der interessierenden Merkmale keine Strukturäquivalenz zur Grundgesamtheit besteht. Dieses Problem tritt in der Online-Marktforschung insbesondere bei der Rekrutierung aus Online-Panels auf. Der größere Anteil der Wahlberechtigten wurde auf dem Postweg erreicht, doch nur etwas mehr als 20% beteiligten sich an der Stimmabgabe. Da das Merkmal „Motivation" in der Regel nicht zufällig in einer beliebigen Personengruppe verteilt ist, ist dadurch, dass die Angesprochenen selbst entscheiden, ob sie zur Stichprobe gehören, eine Verzerrung zu erwarten. Die Stichprobe konstituiert sich in solchen Fällen gewissermaßen selbst, ein Vorgang, der als Selbstselektion bezeichnet wird und für Online-Befragungen von großer Bedeutung ist. Festzuhalten ist, dass keiner der beiden Effekte durch den großen Umfang der Stichprobe abgemildert wurde. Die Stichprobengröße ist daher kein entscheidendes Kriterium zur Beurteilung der Untersuchungsgüte. Obwohl dies in der Marktforschung bekannt ist, wird insbesondere in der Online-Marktforschung häufig mit großen Teilnehmerzahlen für Ergebnisse geworben. Durch die Hervorhebung der Stichprobengröße wird diese den Konsumenten gegenüber implizit als Indikator für Qualität und Repräsentativität präsentiert [Hauptmanns03].

4. Zusammenfassung und Fazit

Neben dem Zufallscharakter der Stichprobe beeinflusst auch die Stichprobengröße die Repräsentativität, deren Bedeutung wird aber häufig überschätzt. Es ist festzuhalten, dass bei nichtzufälliger Stichprobenziehung auch große Stichproben keinen positiven Effekt auf die Repräsentativität ausüben. Es muss daher im Interesse der seriösen Online-Marktforschung liegen, diesen Umstand stärker ins öffentliche Blickfeld zu rücken und nicht Probleme im Auswahlverfahren hinter hohen Teilnehmerzahlen zu verbergen.

Quellen

[1] [Greenberg00] Greenberg, D. (2000). Internet economy gives rise to realtime research, Quirk's Market Research Review, Issue 7/2000.
[2] [Hauptmanns03] Hauptmanns, P. & Lander, B. (2003). Zur Problematik von Internet-Stichproben. In A. Theobald, M. Dreyer & T. Starsetzki (Hrsg.), Online-Marktforschung (S. 27-40). Wiesbaden: Gabler.
[3] [Theobald00] Theobald, A. (2000). Das World Wide Web als Befragungsinstrument. Wiesbaden: Gabler.



B. Horst / S. Nicolai

Die Teilnahme an Befragungen - Ein theoriegeleitetes Gesamtmodell

Sven Nicolai, Tel.: (03461) 462 412, E-Mail: sven.nicolai@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Geusaer Str. 88, 06217 Merseburg

1. Hintergrund

Da die Zuverlässigkeit von Umfrageergebnissen vor allem von Art und Umfang der Antwortausfälle abhängt, wird der Nonresponseproblematik seit vielen Jahren große Aufmerksamkeit geschenkt. Insbesondere die Frage, wie die Ausschöpfungsquoten bei Befragungen auf dem gegenwärtigen Niveau gehalten bzw. erhöht werden können, stellt dabei einen zentralen Aspekt dar. Um dieser Frage nachgehen zu können, wird seit geraumer Zeit versucht, das Teilnahmeverhalten bei Befragungen umfassender zu modellieren. "Von großer Bedeutung für den Umgang mit Nonresponse ist eine Theorie des Teilnahmeverhaltens. Eine solche Theorie existiert bisher nur in Ansätzen." (Schnell 1997: 9) Zwar lässt sich eine Vielzahl von Einzelbefunden, welche Determinanten und Korrelate der Befragungsteilnahme aufzeigen, finden, deren reine Auflistung scheint jedoch zur Erklärung der Teilnahme an Befragungen nur bedingt hilfreich. Um das Teilnahmeverhalten bei Befragungen zumindest in Teilen erklären zu können, wird daher häufig auf verhaltenswissenschaftliche und/oder stärker auf das Befragungsinstrument fokussierende Partialmodelle und -ansätze zurückgegriffen.

2. Forschungsdesiterata und Modellansatz

Fasst man die Teilnahme an Befragungen als mehrstufigen Selektionsprozess auf, kann dieser wie folgt skizziert werden.

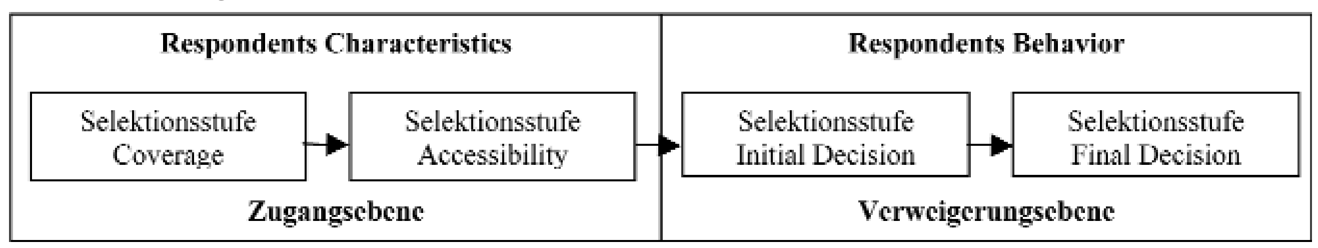
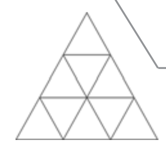


Abb. 1: Selektionsstufen der Befragungsteilnahme

Die Zugangsebene charakterisiert jenen Bereich, der die "Erreichbarkeit" potentieller Befragungsteilnehmer widerspiegelt, währenddessen die Verweigerungsebene auf die "Einwilligung zur Befragung" fokussiert. Beide aufeinander folgenden Ebenen können dabei weiter differenziert werden. So wird einerseits davon ausgegangen, dass die individuellen Charakteristika einer potentiellen Befragungsperson, z.B. das Alter, den "Zugang" zu bestimmten Erhebungsmedien, etwa das Vorhandensein eines Internetzuganges oder Festnetztelefonanschlusses im Haushalt, bestimmen. Andererseits determinieren individuelle Charakteristika die Erreichbarkeit einer Zielperson auf einer zweiten Stufe, wenn diese z.B. einen Internet- oder Festnetztelefonanschluss besitzt, darüber aber auf Grund erhöhter Mobilität jedoch nur schwer oder nicht zu kontaktieren ist.

Die "eigentliche" Entscheidung zur Teilnahme an einer Befragung seitens des Befragten findet nach erfolgreicher Kontaktierung statt, wobei auch die Verweigerungsebene eben



falls als zweistufiger Selektionsprozess aufgefasst werden kann. Exemplarisch bedeutet dies z.B. für eine postalische Befragung, dass sich die Befragungsperson "initial" für die Teilnahme an der Befragung entscheidet, weil möglicherweise das Befragungsthema Interesse weckt, "final" jedoch nicht teilnimmt, weil der Fragebogen zu umfangreich erscheint. Ferner wird vermutet, dass die "initiale" und "finale" Teilnahmeentscheidung durch ein Konstrukt aus individuellen Charakteristika und Merkmalen des Erhebungsinstruments bestimmt werden. Basierend auf dem "Ansatz von Selektionsstufen" soll ein Modell entwickelt werden, welches folgenden zentralen Fragestellungen nachgeht.

- Welche Charakteristika von potentiellen Befragungsteilnehmern beeinflussen maßgeblich die Selektionsprozesse auf "Zugangs- und Verweigerungsebene"?
- Welche Faktoren bezogenen auf das Befragungsinstrument determinieren die einzelnen Selektionsstufen?
- Wie lässt sich die Teilnahme an Befragungen als Gesamtmodell kausaler Wirkungszusammenhänge abbilden und letztlich beeinflussen?

Um den genannten Fragestellungen nachgehen zu können, wird folgender Forschungsansatz gewählt, der Einflussmöglichkeiten auf Zugangs- und Verweigerungsebene identifizieren soll.

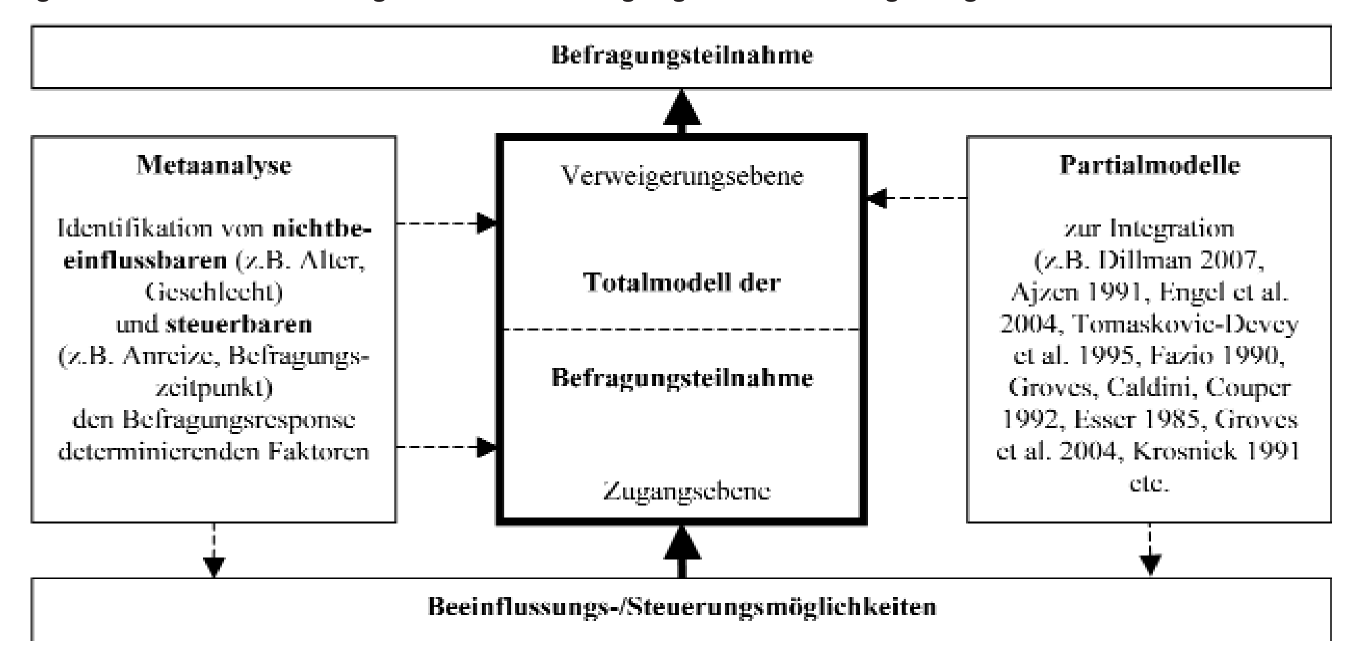
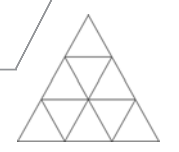


Abb. 2: Schematische Darstellung des Forschungsansatzes

Ziel des Forschungsansatzes ist, basierend auf einer Reihe partieller Ansätze, die Entwicklung eines theoriegeleiteten Gesamtmodells. Dieses soll die Wirkungszusammenhänge bei der Teilnahme an Befragungen im Modellkern als kausale Ketten verdeutlichen und die Basis für eine empirische Überprüfung bieten. Durch die Integration der Metaanalyse wird zum einen versucht Faktoren aufzudecken, die eine Beeinflussung auf Verweigerungsebene, z.B. über die Gestaltung des Befragungsinstruments, ermöglichen. Daneben stellt sich die Frage, ob unter Kenntnis individueller Charakteristika potentieller Befragungsteilnehmer Einfluss auf die Zugangsebene, etwa durch Wechsel des Befragungsmodus genommen werden kann.

Literatur

[1] Schnell, R. (1997): Nonresponse in Bevölkerungsumfragen. Ausmaß, Entwicklung und Ursachen, Opladen



Ch. Schmidt / C.-H. Edel / Y. Münch / A. Böhme / J. Taepal / G. Petznick / K. Lietzau / J. Kowolik / A. Tausche / R. Werner / R. Tölke / F. Stein / R. Colin / A. H. Foitzik

Hochschul Marketing mittels Low Cost Messestand

Christian Schmidt, Tel.: (03375) 508 407, E-Mail: cschmidt@tfh-wildau.de, Technische Fachhochschule Wildau, Studiengang Biosystemtechnik/Bioinformatik, Bahnhofstraße, 15745 Wildau b. Berlin

1 Einleitung

Die TFH Wildau ist als noch sehr junge Hochschule aus den neuen Ländern bundesweit relativ unbekannt. Daher wurde ein studentisches Projekt initiiert, die Hochschule auch durch Messeauftritte national und international bekannt zu machen. Randbedingung war allerdings, dass dafür nur ein geringes Budget zur Verfügung steht. In dieser Arbeit stellen wir Konzept und Realisierung eines ersten Messeauftritts auf der ACHEMA 2006 vor, bei der die TFH Wildau unter 4.000 Ausstellern den meist besuchten Messestand hatte. Insgesamt waren ca. 5.000 Besucher sowie ca. 100 Industrieanfragen nach Produkten oder Dienstleistungen der TFH Wildau zu verzeichnen.

2 Konzept

Der Messegesellschaft wurde vorgeschlagen, dass insgesamt folgende Exponate ausgestellt werden sollten:

- Herstellung von Werbegeschenken mittels Mikrospritzgießen von Kunststoff
- Herstellung von Mix-Getränke in chemischen und biologischen Mikroreaktoren
- Alkoholtester vor und nach Alkoholgenuss
- Mechatronic Step, ein automatisiertes Gleichgewichtsspiel
- Automatisiertes Fluidikmodul
- High Tech Vitrine
- Lounge Bereich
- Kino mit Mini-Restaurant

3 Simulation

Mittels einer Konstruktionssoftware für Architekturzwecke wurde das Konzept des Messestand dreidimensional abgebildet. Eine entsprechende Darstellung des Messestands zeigt Abb. 1. Besonderer Wert wurde auf freie Laufwege und ausreichend Platz für Besucher gelegt, die sich - eingeladen duch die Exponate - im Lounge Bereich aufhalten können, wo Speisen und Getränke serviert werden und Gelegenheit zu Gesprächen gegeben ist. Der Bereich des Kinos ist gleichzeitig als Ort für Besprechungen ausgelegt.

4 Realisierung

Der Zuspruch des Publikums für den aufgebauten Messestand (Abb. 2) übertraf die Erwartungen. War ursprünglich geplant, dass sich zwei Messemannschaften mit jeweils 7 Teammit-gliedern bei der Betreuung abwechseln, so zeigte sich unmittelbar nach Messebeginn, dass durchgängig die Anwesenheit des gesamten Team notwendig war, um die bis zu 50 Besucher zu bewältigen, die sich gleichzeitig am Stand aufhielten. Während der Messe wurden etwa 14.000 Werbegeschenke verteilt, die größtenteils am Stand life hergestellt wurden, sowie etwa 6.000 Getränke ausgeschenkt. Über 100 Gespräche mit vornehmlich industriellen Interessenten konnten geführt werden. Außerdem wurden ca. 500 Schüler beraten, die sich für ein Studium an der TFH Wildau interessiert zeigten. Keine dieser Zahlen war im Vorfeld erwartet worden.

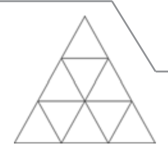
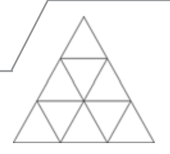




Abb. 1: 3D-Ansicht des simulierten Messestands



Abb. 2: Realisierte Ansicht des Messestands von rechts mit Spritzgießmaschinen unmittelbar nach dem Aufbau (Bild oben rechts) und von links mit Step Tronic während der Messe (Bild unten links)

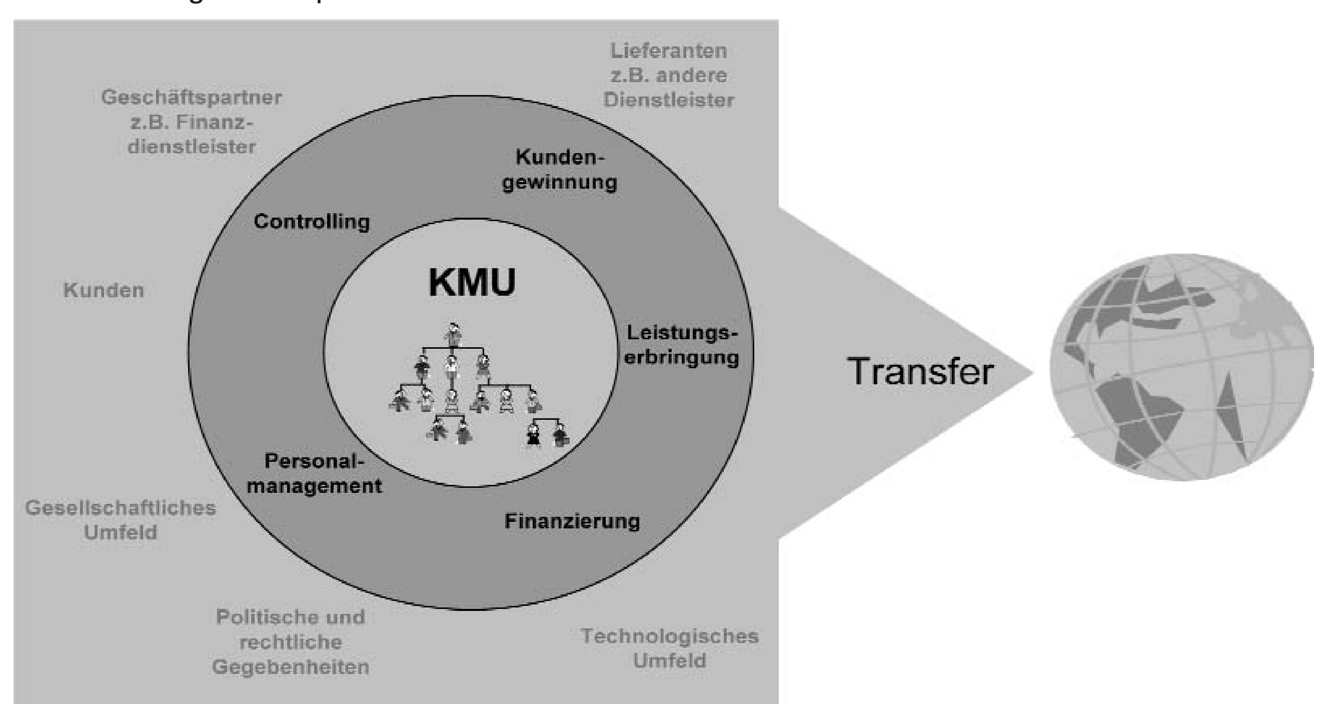


J. Hummel

Organisationskonzepte zum Dienstleistungsexport von KMU

Judith Hummel, Tel.: (0375) 536-1730, E-Mail: judith.hummel@fh-zwickau.de, Westsächische Hochschule Zwickau (FH), Postfach 20 10 37, 08012 Zwickau

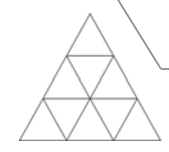
Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) die bereits im nationalen Rahmen Dienstleistungen erbringen, bestehen durch den Export dieser Leistungen Chancen zur Stabilisierung und des Wachstums. Da der Export von Dienstleistungen aber mit einem nicht unerheblichen Risiko für das eingesetzte Kapital verbunden ist, sollten einige grundsätzliche Vorbetrachtungen berücksichtigt werden.
In dieser Arbeit werden dazu mittels Analyse von Referenzunternehmen, die im Bereich der industrienahen Dienstleistungen tätig sind und eine Internationalisierung anstreben, Erfolgsfaktoren am nationalen Markt definiert.
Im Mittelpunkt des weiteren Vorgehens steht der Transfer des national erfolgreichen Konzeptes in einen internationalen Zielmarkt. Vor allem die Gestaltung der Organisation sowie des Personaleinsatzes stellen die Schwerpunkte der Betrachtung dar. Bezogen wird sich dabei auf ausgewählte Zielmärkte - vorerst Russland und Südafrika.
Ziel ist es Strategien zum Kompetenztransfer im Rahmen des Dienstleistungsexportes unter Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten kleiner und mittlerer Unternehmen zu entwickeln.
Grundlage dieses Beitrages ist eine Diplomarbeit im Rahmen des Zweitstudiums in Vorbereitung einer späteren Promotion.





Diese Aufgabenstellung wird im Rahmen des vom BMBF geförderten Vorhabens "ExInnoService" bearbeitet.

Weitere Informationen dazu unter http://www.exinnoservice.de



J. Tillack

Landwirtschaftliche Kleinerzeugung in der Region Mecklenburgische Seenplatte

Jacqueline Tillack, Tel.: (0395) 569-3883, E-Mail: jacquelinetillack@web.de, Hochschule Neubrandenburg, Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, Brodaer Straße 2, 17041 Neubrandenburg

1 Einleitung

So vertraut und "normal" uns das Erscheinungsbild von Nutzgärten und Kleintierhaltung auf dem Lande ist, so wenig beleuchtet bzw. analysiert ist dieses "Phänomen" der Kleinlandbewirtschaftung. Im öffentlichen wie fachwissenschaftlichen Diskurs ist die Untersuchung von landwirtschaftlicher Kleinerzeugung zwar teilweise Bestandteil von Gemeinde- oder Regionalstudien, dient aber meist nur als Teilaspekt übergeordneter Fragestellungen.

Welche Bedeutung und welchen Stellenwert hat aber Kleinlandwirtschaft im ländlichen Raum heute? Wie steht es derzeit um die landwirtschaftliche Kleinproduktion und um ihre zukünftige Entwicklung, insbesondere vor dem Hintergrund, dass immer mehr junge Menschen ausbildungs- und berufsbedingt den ländlichen Raum verlassen? Ist Kleinerzeugung dann nur noch eine Sache älterer Generationen?

Welche Personen betreiben Kleinerzeugung und warum? Ist es Pragmatismus, Kontinuität, Tradition, Absicherung oder die Tatsache, dass individuelle Hauswirtschaften "schon immer" auf dem Land existiert haben? Kann letztendlich landwirtschaftliche Kleinproduktion insbesondere in wirtschaftlich schwach geprägten Regionen einen Beitrag leisten, sowohl für den Einzelnen als auch für die Gesellschaft?

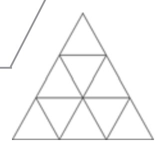
Diese und andere Fragen bildeten Inhalt eines 2005 an der Hochschule Neubrandenburg im Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften durchgeführten Forschungsvorhabens[1]. Das Projekt umfasste die Analyse des "Phänomens" landwirtschaftliche Kleinerzeugung am Beispiel der Region Mecklenburgische Seenplatte. Die Region Mecklenburgische Seenplatte liegt im südöstlichen Teil des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern. Die Studie wurde mit Mitteln aus dem Bundeswettbewerb "Regionen Aktiv- Land gestaltet Zukunft" des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz der Modellregion Mecklenburgische Seenplatte unterstützt.

2 Der Begriff "Kleinlandwirtschaft" - Was ist damit gemeint?

Mit Kleinlandwirtschaft oder landwirtschaftlicher Kleinerzeugung ist die Produktion landwirtschaftlicher Güter in einer Organisationsform "unterhalb" des landwirtschaftlichen Betriebs gemeint, welche der Selbstversorgung der Familien- und Haushaltsmitglieder sowie der Einkommenserzielung dient (keine Nebenerwerbsbetriebe). Sie ist im eigentlichen Sinne die "natürlichste" Form. Eine statistische Erfassung erfolgt auf Grund der relativen Kleinheit, dem informellen Charakter und der jeweiligen statistischen Abschneidegrenzen nur unzureichend oder gar nicht. Das Bild ländlicher Gemeinden zeigt jedoch die Häufigkeit der Verbreitung.

---

[1] Theodor Fock/Jacqueline Tillack, Landwirtschaftliche Kleinerzeugung in der Region Mecklenburgischen Seenplatte, in: Schriftenreihe der Fachhochschule Neubrandenburg, Reihe A, Band 24, Neubrandenburg, 2006.



3 Die Untersuchungsregion und Vorgehensweise

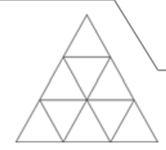
Die Auswahl der Region Mecklenburgische Seenplatte erfolgte auf Grund ihrer Homogenität und ihrer relativ besonders hohen agrarischen und ländlichen Prägung. Für die Analyse wurden sechs Gemeinden aus dieser Region ausgewählt. Auswahlkriterium war dabei, dass diese Dörfer regionstypisch und benachbart gelegen sind und nicht im unmittelbaren Einzugsbereich der wenigen Städte der Region liegen. Die methodische Umsetzung erfolgte auf Grundlage einer Kombination quantitativer und standardisierter Verfahren der empirischen Sozialforschung. Dazu dienten die Daten der amtlichen Statistik, Expertengespräche mit den Bürgermeistern der jeweiligen Gemeinden sowie eine Befragung von 33 Kleinerzeugern aus der Region. Als Befragungsmethode wurde die mündliche Befragung mittels eines standardisierten Gesprächsleitfadens gewählt. Die Umfrage erfolgte 2005 in 15 Dörfern. Der Fragebogen umfasste sieben Schwerpunkte zu folgenden Themenbereichen:

- Merkmale der Interviewpartner und der Haushaltsstruktur,
- allgemeine Fragen zur landwirtschaftlichen Kleinerzeugung,
- Verarbeitung und Verwendung der Erzeugnisse und Produkte,
- Arbeitsaufwand, Arbeitszeiten und Arbeitserledigung,
- Bezugsbeziehungen, Investitionen für Maschinen, Gebäude, Anlagen,
- Perspektiven der Kleinlandwirtschaft,
- Motivation für die landwirtschaftliche Kleinproduktion.

Insgesamt nahmen 20 weibliche und 13 männliche Interviewpartner im Alter zwischen 20 und 75 Jahren teil. Die Erhebung der Interviews orientierte sich an Personen, welche unmittelbar landwirtschaftliche Kleinerzeugung ausüben.

4 Befragungsergebnisse

Die Analyse unterschiedlicher Fragestellungen zur Situationsbeschreibung der Kleinerzeugung in der Mecklenburgischen Seenplatte hat ergeben, dass Kleinlandwirtschaft für die in der Region lebende Landbevölkerung nach wie vor eine große Bedeutung hat. Viele ländliche Bewohner haben seit der politischen Wende 1989 und den damit verbundenen Veränderungen den Bezug zur Landwirtschaft nicht verloren. Ein Teil betreibt weiterhin Kleinlandwirtschaft. Das geschieht zeitlich wie auch örtlich hauptsächlich im privaten Bereich. Die Produkte dienen im Gegensatz zur Vorwendezeit fast nur noch zur Deckung des Eigenbedarfs. Die Kleinerzeugung ist für viele der zahlreichen Arbeitslosen in der Region an die Stelle des Berufs getreten und gibt ihnen eine sinnvolle Beschäftigung. Aber auch Ruheständler widmen sich im Alltag vielfach ihrem Garten oder der Tierhaltung. Die jüngeren ländlichen Bewohner üben dagegen wesentlich weniger landwirtschaftliche Kleinproduktion aus. Insgesamt ist das Interesse an einem Garten oder Kleintierhaltung auf Grund finanzieller, zeitlicher sowie altersbedingter Belastungen zurückgegangen. Die Kleinlandwirtschaft ist heute zweckorientiert im Sinne einer individuell sinnvollen Beschäftigung und sparsamen Lebensführung.
Detaillierte Ergebnisse sind in der Schriftenreihe der Hochschule Neubrandenburg, Reihe A, Band 24 (108 Seiten) (ISBN 3-932227-75-1) veröffentlicht.
Weitere Informationen sind auf der Homepage der Hochschule Neubrandenburg *www.hs-nb.de/forschung.html* zu erhalten.



S. Linke / M. Zanella / W. Parak / F. Lisdat

Untersuchung zum Aufbau lichtschaltbarer Signalketten unter Nutzung von immobilisierten „Quantum Dots“ und Redoxmediatoren

Sebastian Linke, Tel.: (03375) 508799, Technische Fachhochschule Wildau, Studiengang Biosystemtechnik/Bioinformatik, Bahnhofstraße, 15743 Wildau

Quantum Dots sind Halbleiternanokristalle die auf Grund ihrer Größe neben den bekannten Halbleitereigenschaften weitere Eigenschaften zeigen. Insbesondere zeichnen sie sich durch eine größenabhängige Fluoreszenz und eine sehr hohe Quanteneffizienz (Quotient aus eingestrahltem und emittiertem Licht) aus. Neben den Fluoreszenzeigenschaften können die durch Licht innerhalb der Quantum Dots angeregten Ladungsträger für die Produktion eines Photostroms genutzt werden [1](Abb. 1).

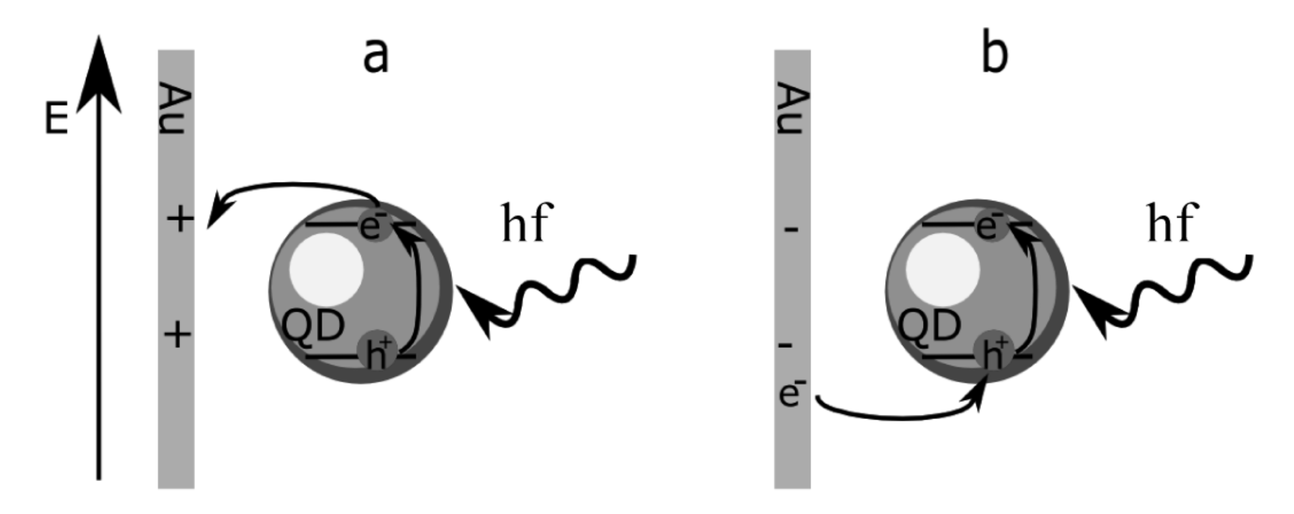
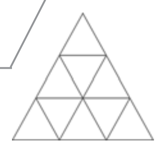


Abb. 1 Tunnelprozesse von Elektronen **a** bei positiven und **b** bei negativen Potentialen der Elektrode [2]

In dieser Arbeit wurden CdSe/ZnS (Kern/Hülle) Quantum Dots mit Hilfe einer selbstorganisierenden Monolage aus 1,4 Benzendithiol durch Ligandenaustausch auf Goldoberflächen immobilisiert. Die mit Quantum Dots modifizierten Elektroden zeigten in Phosphatpuffer einen spannungsabhängigen Photostrom mit einem Formalen Potential von +110 mV vs. Ag/AgCl. Die erfolgreiche Fixierung konnte auch mit Hilfe der Quarzmikrowaage nachgewiesen werden. Im Weiteren wurde der Einfluss von typischen Redoxmediatoren in der Biosensorik wie Ferrocencarbonsäure und Kaliumhexacyanoferrat auf den Photostrom der Elektroden untersucht (Abb. 2). Für beide Stoffe wurde eine konzentrationsabhängige Erhöhung des Photostroms gefunden. Für Ferrocencarbonsäure wurde dies im Bereich von 0,2 mM bis 1,6 mM nachgewiesen und für Kaliumhexacyanoferrat im Bereich von 20 μM bis 320 μM. Aus diesen Messungen kann geschlussfolgert werden, dass ein Elektronenfluss nicht nur zwischen den Quantum Dots und der Elektrode sondern auch zu Reaktionspartnern in Lösung möglich ist.
Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden die getesteten Substanzen für den prinzipiellen Einsatz in Signalketten zwischen einem Redoxenzym und den lichtsteuerbaren Quantum Dots untersucht. Dazu wurde Glucoseoxidase in Lösung verwendet, welche in Anwesenheit von Glucose und in Abwesenheit von Sauerstoff Elektronen an Ferrocen-



carbonsäure bzw. Kaliumhexacyanoferrat übertragen kann. Erste Ergebnisse mit Kaliumhexacyanoferrat in Lösung zeigten, dass eine Signalkette über die Quantum Dots realisiert werden konnte, da eine Erhöhung des Photostroms bei Zugaben von Glukose detektiert werden konnte. Für Ferrocencarbonsäure als Mediator in Lösung gelang dieser Nachweis bisher noch nicht.

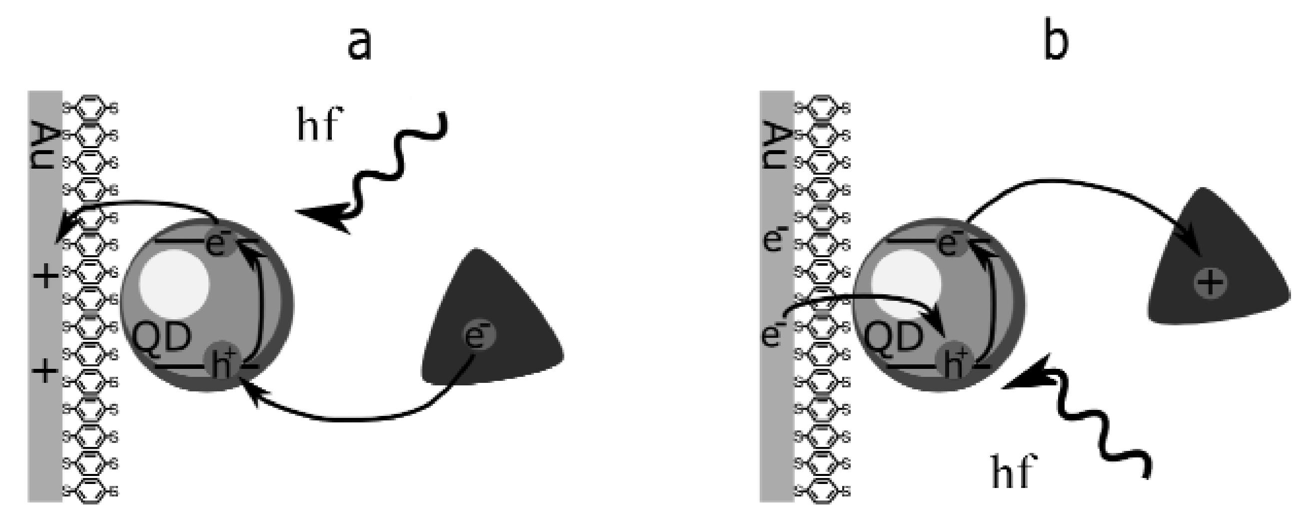


Abb. 2 Photostromerhöhung durch redoxaktive Stoffe in Lösung bei **a** positiven und **b** negativen Potentialen [2]

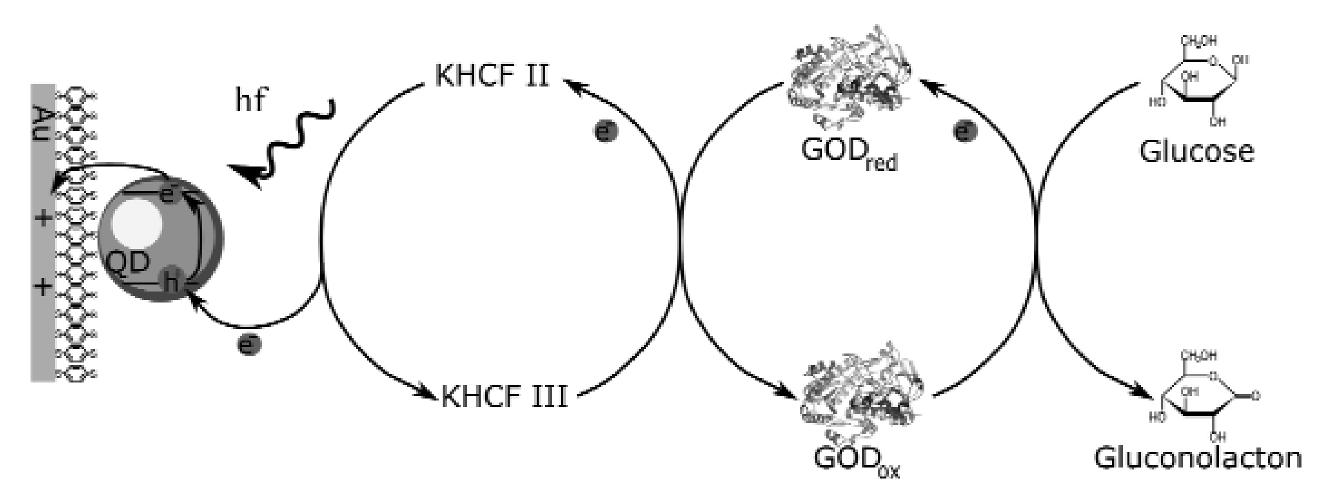
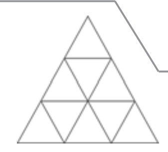


Abb. 3 Schemata einer Signalkette über Quantum Dot beschichteter Elektrode mittels Glucose als Substrat, Glucoseoxidase als Redoxenzym und Kaliumhexacyanoferrat (KHCF) als Mediator [2]

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Quantum Dot modifizierte Elektroden für die Konstruktion von bioanalytischen Signalketten geeignet sind, die sich mit Hilfe des Lichts ortsaufgelöst auslesen lassen. Weiterer Arbeitsschwerpunkt ist die Fixierung der Mediatoren auf den Halbleiternanopartikeln.

[1] Ginger D S, Greenham N C; Charge injection and transport in films of CdSe nanocrystals. Journal of applied Physics 2000, 87(3), 1361-1368
[2] Linke S; Photoelektrochemische Signalketten unter Nutzung von immobilisierten Quantum Dots und redoxaktiven Stoffen in Lösung. Masterarbeit, Wildau 2006



Übericht über die Vortragenden

Vorname	Name		Seite
Peter-Georg	Albrecht	V	134
Thomas	Banse	V	26
Sara	Bärmann	V	151
Gerold	Bausch	V	15
Alma	Berneburg	V	104
Silvio	Dutz	V	52
Uwe	Fohry	V	20
Marco	Franke	V	45
Claudia	Fritsche	V	92
Mirco	Fuchs	V	31
Ellen	Hämmerling	V	162
Lysann	Heyde	V	156
Uta	Jauernig	V	67
Michael	Kaiser	V	122
Mandy	Klauk	V	85
Manuela	Koch	V	117
Jan	Kretzschmar	V	147
Maria	Matschuk	V	170
Yvonne	Münch	V	63
Jana	Richter	V	174
Jörg	Schille	V	71
Stefan	Schneider	V	110
Michael	Schröder	V	59
Claudia	Schürmeier	V	98
Tom	Shatwell	V	179
Maxim	Solovjov	V	128
David	Sommer	V	38
Claudia	Spindler	V	140
Katja	Uhlig	V	77
Franziska	Wegerich	V	82

Vorname	Name		Seite
Andrea	Böhme	P	219
Tom	Bruchholz	P	231
Michael	Brutscheck	P	204
Stefan	Dünkel	P	208
Julia	Gehrke	P	229
Judith	Hummel	P	245
Ralf	Illgen	P	206
Maik	Just	P	233
Jan	Kafka	P	201
Christian	Kirschke	P	213
Jan	Kowolik	P	221
Simone	Krause	P	227
Michael	Krebs	P	237
Janet	Krickmeier	P	190
Sebastian	Linke	P	248
Kai-Henning	Litzau	P	217
Katharina	Menzel	P	215
Claudia	Nadolny	P	194
Sven	Nicolai	P	241
Andreas	Tausche	P	223
Christian	Reinboth	P	239
Frank	Rudert	P	210
Tobias	Rudloff	P	203
Frank	Rühle	P	225
Christian	Schmidt	P	243
Jaqueline	Tillack	P	246
Ute	Urban	P	196
Przemyslaw	Walotek	P	192
Diana	Weigl	P	186
Steffen	Wellge	P	235
Ronald	Werner	P	188
Marko	Wieland	P	199

V = Vortrag
P = Poster